UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ROSANE ROCHA

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL EM TELHADOS VERDES: ESTUDO DE CASO ENTRE BRASIL E PORTUGAL

BAURU/SP
2020

ROSANE ROCHA

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL EM TELHADOS VERDES: ESTUDO DE CASO ENTRE BRASIL E PORTUGAL

Texto de dissertação de mestrado apresentado como exigência para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Campus Bauru, sob orientação da Profª. Drª. Rosane Aparecida Gomes Battistelle.

BAURU/SP
2020

R672a

Rocha, Rosane

Avaliação da Sustentabilidade Ambiental, Econômica e Social em Telhados Verdes: Estudo de Caso entre Brasil e Portugal / Rosane Rocha. -- Bauru, 2020

189 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Engenharia, Bauru

Orientadora: Rosane Aparecida Gomes Battistelle

1. Telhado Verde. 2. Sustentabilidade Urbana. 3. Vantagens. 4. Desvantagens. I. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ROSANE ROCHA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 24 dias do mês de abril do ano de 2020, às 09:30 horas, no(a) Via sistemas de videoconferência e outras ferramentas para comunicação a distância, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profª. Drª. ROSANE APARECIDA GOMES BATTISTELLE - Orientador(a) do(a) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental / Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP, Profª. Drª. BARBARA STOLTE BEZERRA do(a) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental / Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP, Profª. Drª. MARIA SOLANGE GURGEL DE CASTRO FONTES do(a) Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de ROSANE ROCHA, intitulada **UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE TELHADOS VERDES: UM ESTUDO DE CASO ENTRE BRASIL E PORTUGAL**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Profª. Drª. ROSANE APARECIDA GOMES BATTISTELLE

Profª. Drª. BARBARA STOLTE BEZERRA

Profª. Drª. MARIA SOLANGE GURGEL DE CASTRO FONTES

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida.

Aos meus pais e filhos pelo cuidado, amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus irmãos, marido e toda minha família pela paciência e encorajamento diante das dificuldades.

Ao Programa de Pós-graduação da Engenharia de Produção da Unesp e as pessoas com quem convivi nesse espaço ao longo desse tempo. A troca de experiência com as novas amizades foi uma das melhores experiências dessa minha jornada.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho, em especial a Professora Bárbara e ao Professor Daniel que sempre me receberam para sanar dúvidas e à Professora Solange, que aceitou fazer parte da minha banca. Obrigada!

À minha orientadora, Professora Rosane, amiga pela eternidade, agradeço as palavras de incentivo, a mão acolhedora, a confiança em mim, por me fazer acreditar que tudo é possível e me incentivar ao intercâmbio, sonho de minha vida. Muito obrigada!

Aos meus amigos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui. Em especial, Fernanda e Celso, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção fizeram toda a diferença. Obrigada!

Aos entrevistados da Neoturf e SkyGarden, agradeço a disponibilidade e atenção.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, participaram dessa etapa decisiva em minha vida.

MUITO OBRIGADA!

“Que nunca falte esperança a quem tem sonhos maiores que a própria vida.”

(Autor desconhecido)

RESUMO

O cenário mundial apresentado na atualidade constata que a população migra cada vez mais para áreas urbanas, com estimativa de que, em 2050, 66% da população mundial deverá estar na zona urbana. As consequências negativas ambientais ficam cada vez mais evidentes, mas por outro lado tem surgido alternativas com maior responsabilidade ambiental, como forma de evitar maiores desastres e danos ao meio ambiente e contribuindo para a sustentabilidade do planeta. Uma dessas alternativas são os telhados que são responsáveis por 40% a 50% da área de superfície urbana impermeável, e que podem contribuir com os benefícios ambientais, econômicos e sociais. Nesse sentido, o presente trabalho teve o objetivo de identificar vantagens e desvantagens dos telhados verdes. Para cumprir com esse objetivo, o trabalho efetuou dois estudos de caso em telhados verdes de países distintos, comparando-os sob o viés da sustentabilidade, compilou todas as vantagens e as desvantagens encontradas na literatura e identificou alternativas de materiais mais sustentáveis na composição das camadas de uma cobertura verde. Como vantagens gerais, foram encontradas a mitigação das ilhas de calor urbana, gerenciamento de águas pluviais, eficiência energética, minimização de gases de efeito estufa, maximização da biodiversidade, durabilidade do telhado, mitigação da poluição do ar e da poluição sonora, agricultura urbana, conforto térmico, desenvolvimento social e estética. Como desvantagens gerais, os custos, falta de incentivos governamentais, dificuldades técnicas de concepção, instalação e execução e de manutenção. Os estudos de caso tiveram seus benefícios destacados, principalmente no âmbito social, como conforto térmico, socialização, acessibilidade e estética. Como materiais alternativos foram encontrados o bagaço de cana-de-açúcar, fibras de coco verde, cortiça e migalhas de borracha. Apesar dos inúmeros e comprovados benefícios ambientais, os resultados variam conforme a localidade, clima, tamanho e tipo de coberturas verdes. Recomenda-se assim, a adoção generalizada dos telhados verdes para que os benefícios ambientais sejam ampliados e beneficiem toda a sociedade.

Palavras-chave: Telhado Verde. Sustentabilidade urbana. Vantagens. Desvantagens.

ABSTRACT

Our current world scenario shows that population increasingly migrates to urban areas, with the estimate that, by 2050, 66% of the world population should be in the urban area. The negative environmental consequences are becoming more frequently evident and so we see more alternatives that show greater environmental responsibility as a way to prevent greater disasters and damage to the environment and contributing to the sustainability of the planet. As roofs are responsible for 40% to 50% of the impermeable urban surface area, they provide the option of planting vegetation and they are a way to obtain environmental, economic and social benefits. With this in mind, the present work aimed to identify advantages and disadvantages of green roofs. To fulfill this objective, the work carried out two case studies on green roofs from different countries, comparing them with a sustainability mindset, compiled all the advantages and disadvantages found in the literature and identified more sustainable material alternatives for the composition of the layers in a green roof. As general advantages, we have spotted the mitigation of urban heat islands, rainwater management, energy efficiency, minimization of greenhouse gases, maximization of biodiversity, roof durability, mitigation of air and noise pollution, urban agriculture, thermal comfort, social and aesthetic development. The general disadvantages are the costs, lack of government incentives, technical difficulties in the design process, installation, execution and maintenance. The case studies had their benefits highlighted, mainly in the social sphere, such as thermal comfort, socialization, accessibility and aesthetics. As alternative materials, sugarcane bagasse, green coconut fibers, cork and rubber crumbs were found. Despite the countless and proven environmental benefits, the results vary according to the location, climate, size and type of green cover. Therefore, the widespread adoption of green roofs is recommended so that the environmental benefits are extended and develop the whole society.

Keywords: Green Roof. Urban sustainability. Advantages. Disadvantages.

Lista de figuras

Figura 1: Estrutura da dissertação 19
Figura 2: Tripé da Sustentabilidade 22
Figura 3: Interação entre o tripé social, o econômico e o ambiental 28
Figura 4: Jardins Suspensos da Babilônia 33
Figura 5: Linha do tempo do uso dos telhados verdes 35
Figura 6: Ministério da Educação e Saúde, Rio de Janeiro.....36
Figura 7: Componentes de um Telhado Verde 37
Figura 8: Substrato composto de mineral e areia da empresa ZinCo 39
Figura 9: Filtro geodrenante da empresa ZinCo (cedido pela Neoturf) 40
Figura 10: Camada drenante da empresa ZinCo (cedido pela Neoturf).....41
Figura 11: Camada drenante elaborada com cortiça em Portugal (cedido pela Neoturf) 42
Figura 12: Camada de proteção da empresa ZinCo (cedido pela Neoturf) 43
Figura 13: Barreira antirraiz da empresa ZinCo (cedido pela Neoturf).....44
Figura 14: Tipos de telhados verdes 45
Figura 15: Telhado verde intensivo sobre lojas, Praça de Lisboa (Porto/Portugal)...47
Figura 16: Telhado verde extensivo sobre garagem, morada particular (Porto/Portugal) 48
Figura 17: Telhado verde semi-intensivo em área de lazer, morada particular (Porto/Portugal).....49
Figura 18: Diferença entre escoamento, evaporação e evapotranspiração de um telhado verde e um convencional.....52
Figura 19: Fluxograma da revisão bibliográfica sistemática.....61
Figura 20: Método do estudo de caso.....63
Figura 21: Rede semântica de palavras em ordem cronológica.....77
Figura 22: Critérios de seleção da rede de coautoria no VosViewer.....77
Figura 23: Densidade da rede de cocitação de autores.....78
Figura 24: Mercado do Anjo 90
Figura 25: Planta do local, 1813.....91
Figura 26: Planta de implantação da Praça de Lisboa 94

Figura 27: Praça de Lisboa 95
Figura 28: Residência de Horácio Espíndola 97
Figura 29: Projeto original Edifício Gazeta 98
Figura 30: Edifício Gazeta (1978).....100
Figura 31: Pilastras da fachada do Edifício Gazeta.....101
Figura 32: Torre do Edifício Gazeta 102
Figura 33: Edifício Gazeta atualmente 103
Figura 34: Telhado verde presente no Edifício Gazeta 104
Figura 35: Presença de pássaros na cobertura verde da Praça de Lisboa, Portugal 106
Figura 36: Presença do caramujo-gigante-africano na cobertura verde do Edifício Gazeta, Brasil.....107
Figura 37: Cobertura verde da Praça de Lisboa com a presença de seus frequentadores 108
Figura 38: Cobertura verde do Edifício Gazeta com a presença de seus frequentadores 109

Lista de gráficos e tabelas

Gráfico 1: Análise percentual da Dimensão ambiental 82
Gráfico 2: Análise percentual da Dimensão Econômica 84
Gráfico 3: Análise percentual da Dimensão Social 86
Tabela 1: Principais temas abordados na Conferência ECO-92 23
Tabela 2: Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030.....25
Tabela 3: Principais características dos tipos de telhados verdes 46
Tabela 4: Critérios de seleção da rede semântica no VosViewer 76
Tabela 5: Vantagens e Desvantagens dos tipos de Coberturas Verdes 87
Tabela 6: Principais anomalias e as prováveis causas nos telhados verdes 88

Lista de quadros

Quadro 1: Ordem cronológica dos principais acontecimentos relacionados com o desenvolvimento sustentável 26
Quadro 2: Principais normas e relatórios envolvendo sustentabilidade 29
Quadro 3: Método adotado para o desenvolvimento da pesquisa 62
Quadro 4: Protocolo do desenvolvimento do estudo de caso 65
Quadro 5: Entrevistados por estudo de caso 68
Quadro 6: Os 40 artigos mais citados de telhado verde.....72
Quadro 7: Os 10 artigos mais citados de telhado verde de 2017 a 2019.....73
Quadro 8: Os 40 artigos mais citados de Sustentabilidade.....74
Quadro 9: Os 40 artigos mais citados que relacionam telhado verde Sustentabilidade.....75
Quadro 10: Classificação dos indicadores de sustentabilidade.....79
Quadro 11: Vantagens das coberturas verdes encontradas na análise dos artigos selecionados 80
Quadro 12: Comparação entre os objetivos de pesquisa e os resultados alcançados 110

Lista de abreviaturas e siglas

3Ps	People, Planet, Profit
CI	Critério de Inclusão
DS	Desenvolvimento Sustentável
FLL	Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau
FP	Filtros de Pesquisa
GRI	Global Reporting Initiative
GRO	Green Roof Technology
IGRA	International Green Roof Association
ISE	Índice de Sustentabilidade Empresarial
IUPWARE	Interuniversity Programme in Water Resources Engineering
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONGs	Organizações Não-Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
TBL	Triplice Bottom Line
UHI	Urban Heat Island

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14
1.1. Questão de Pesquisa 17
1.2. Objetivos 17
1.3 Estrutura da dissertação 18

2. REVISÃO DA LITERATURA 20
2.1 Sustentabilidade 20
2.2. Telhados Verdes 31
2.2.1 Contextualização histórica 32
2.2.2 Definição e composição 36
2.2.2.1 Vegetação 38
2.2.2.2 Substrato 39
2.2.2.3 Filtro 40
2.2.2.4 Camada drenante 41
2.2.2.5 Camada de proteção 42
2.2.2.6 Barreira antirraízes 43
2.2.2.7 Membrana impermeabilizante 44
2.2.3 Tipos de Telhados Verdes 45
2.2.3.1 Intensivo 46
2.2.3.2 Extensivo 47
2.2.3.3 Semi-intensivo 48
2.2.4 Benefícios e custos 49
2.2.5 Normas, Leis e Incentivos 55
2.3 Relação entre Sustentabilidade e Telhados Verdes 56

3. MÉTODO DE PESQUISA 58
3.1. Método de pesquisa 58
3.2 Etapas de execução da pesquisa 60
3.3 Objetos de estudo 64
3.4. Procedimentos de coleta de dados 64

3.5. Procedimentos de análise dos dados.....69

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....71
4.1 Dimensões econômica, ambiental e social dos telhados verdes.....71
4.2 Análise bibliométrica 76
4.3 Vantagens e desvantagens identificadas na análise bibliográfica.....79
4.4 Caso A.....89
4.4.1 Contextualização da Praça de Lisboa, Porto, Portugal.....89
4.4.2 Análise geral do caso A 95
4.5 Caso B.....96
4.5.1 Contextualização do Edifício Gazeta, São Paulo, Brasil.....96
4.5.2 Análise geral do caso B 104
4.6 Comparação dos dois casos 105

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 111

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....113

APÊNDICE A – Histórico e Produção Acadêmica 129

APÊNDICE B – Roteiro para entrevista sobre telhados verdes 130

APÊNDICE C – Transcrição da entrevista realizada em Portugal.....133

APÊNDICE D – Transcrição da entrevista realizada no Brasil 145

APÊNDICE E – Sistematização das contribuições de pesquisa dos artigos analisados.....156

APÊNDICE F – Normas, Leis e incentivos à implantação de coberturas verdes pelo mundo 165

1. INTRODUÇÃO

Na segunda metade do século XVIII, na Inglaterra, ocorreu a Revolução Industrial, responsável por grandes transformações no processo produtivo, fabricação de novos produtos químicos, novos processos de produção de ferro, uso crescente da máquina a vapor, desenvolvimento de maquinário voltado para a produção têxtil, substituição da madeira pelo carvão, entre outros, rapidamente se espalhando por outros cantos do planeta e que promoveu o crescimento econômico, abrindo as perspectivas de maior geração de riqueza (GIMPEL, 1976); (DIAS, 2006); (CUNNINGHAM, 2016); (HARTWELL, 2017).

Com mais e melhores recursos tecnológicos, o homem passa a perseguir o progresso e o crescimento com maior vigor e, então, a sociedade industrializada potencializada depara-se nas últimas décadas nos limites ecológicos. Segundo Pádua (2004), como a natureza é a fonte de onde se retiram os recursos para alimentar essa fome de crescer, não é difícil perceber o impacto ambiental que esse modelo acarreta e, por isso, surge então a crise ecológica.

Por volta da década de 1960, no contexto mundial, surgiu a preocupação com o risco de um colapso ecológico e a sustentabilidade passou a ser o tema da atualidade no final do século XX. Nessa altura, voltou-se um olhar para a emergência e a construção do conceito de ambiente que ressignifica as concepções do progresso, do desenvolvimento e do crescimento sem limite, para configurar uma nova racionalidade social que reflete no campo da produção e do conhecimento, da política e das práticas educativas (PEZZEY, 1997); (Leff, 2011); (GIOVANNONI e FABIETTI, 2013); (DOLTER, 2017).

Cerca de 54% da população mundial habita áreas urbanas nos dias de hoje. Em 2050, estima-se que 66% da população mundial deverá estar na zona urbana. (HEILIG, 2012). Esse aumento leva a uma rápida substituição da vegetação por superfícies impermeáveis, com consequências negativas para o meio ambiente como o aumento da temperatura urbana, maior risco de inundações urbanas, diminuição da vida silvestre nos centros urbanos e aumento da poluição do ar. Essa transformação do cenário urbano é um importante desafio do desenvolvimento urbano sustentável (BIANCHINI e HEWAGE, 2012); (Razzaghmanesh *et al.* 2014); (VIJAYARAGHAVAN, 2016).

Particularmente na construção civil, as políticas de desenvolvimento sustentável como responsabilidade social empresarial, análise de ciclo de vida e mudanças climáticas, têm implicações práticas em toda e qualquer atividade, acarretando na revisão dos procedimentos que resultam em elevado consumo de materiais e geração de resíduos, na geração de gases de efeito estufa e no consumo de água e energia (AGOPYAN e JOHN, 2011).

Nas cidades mais desenvolvidas, os telhados são responsáveis por 40% a 50% da área de superfície urbana impermeável (Stovin *et al.*, 2013), proporcionando uma alternativa para a instalação de vegetação, como uma estrutura de telhado verde. Embora a tecnologia de telhados verdes, um tipo de construção onde o telhado de um edifício é coberto com vegetação em um substrato, seja uma prática longa nos países do norte da Europa, tem recebido um interesse renovado desde os anos 70 por adaptar os telhados tradicionais à vegetação e promover benefícios ecológicos e ambientais (MICKOVSKI *et al.*, 2013; NARDINI *et al.*, 2012).

Os telhados verdes estão se tornando um componente cada vez mais comum das estratégias de planejamento de paisagem urbana sustentável para mitigar as consequências das mudanças climáticas. Entre os benefícios dessa ecotecnologia em áreas urbanas, a remoção de poluentes atmosféricos, o resfriamento urbano através da evapotranspiração, a redução do escoamento de águas pluviais, a criação de habitat para a fauna silvestre e a melhoria estética são os mais procurados (MICKOVSKI *et al.* 2013; SUSCA *et al.* 2011). Além disso, os efeitos positivos nos edifícios podem incluir um aumento no tempo de vida das construções e uma diminuição nas necessidades energéticas dos edifícios (SUSCA *et al.* 2011). Entretanto, a força desses benefícios ambientais depende muito do projeto, substrato e vegetação usados na estrutura do telhado verde.

Ainda que o uso de telhado verde não seja tão habitual, ao mesmo tempo em que as técnicas utilizadas tenham se originado na arquitetura vernacular, a evolução deste sistema deu-se pelos anseios da atual sociedade em preservar os recursos naturais incorporados nos conceitos de sustentabilidade urbana, assim como a inserção de mais áreas verdes na paisagem urbana. Diante dos recursos tecnológicos existentes atualmente, pode-se estudar o uso da tecnologia de telhado verde em diversas situações e localizações, por estarem

disponíveis os conhecimentos das propriedades dos materiais, dos estudos dos ecossistemas, dos dados climáticos e de controles via software.

A autora Susca (2019) comenta que em climas quentes a implantação de vegetação em telhados não isolados acarreta uma diminuição na demanda de energia de aquecimento que varia de 20 a 60%. Enquanto que em climas desérticos, a instalação de telhados verdes pode não fazer diferença. Além disso, os telhados verdes não isolados reduzem com eficiência a demanda de energia de resfriamento em todas as áreas climáticas investigadas entre 10% a 75%. Da mesma forma, os telhados verdes isolados reduzem a demanda de energia de aquecimento e resfriamento em no máximo 30% em todas as áreas climáticas examinadas, exceto semiárido e continental úmido, onde sua implantação não influencia a demanda de energia de aquecimento.

Nesta mesma pesquisa, a autora comenta que o isolamento térmico fornecido pela camada do solo dos telhados verdes é crucial para diminuir a demanda de energia dos edifícios em climas frios. Em climas quentes, no inverno, o isolamento térmico proporcionado pela camada do solo pode ser trocado por evapotranspiração e sombreamento das plantas. No entanto, se não for irrigado, a implantação do telhado verde, em climas secos, desencadeia um efeito desprezível ou até prejudicial no uso de energia da construção. Por outro lado, em climas chuvosos, o efeito da irrigação em telhados verdes é irrelevante.

Conforme Susca (2019), a implantação do telhado verde é benéfica na mitigação da ilha de calor urbana (UHI) no nível do telhado em todas as áreas climáticas investigadas, embora o seu efeito mitigador ao nível de pedestres seja insignificante em todos os climas investigados. Para Akbari *et.al.* (2016), para prever com precisão há necessidade de investigação em função de condições climáticas, características do telhado verde, avaliação do ciclo de vida (ACV) para mensurar a pegada ecológica e distância entre o telhado e o nível da rua.

Evidencia-se, portanto, que fatores como o clima e espessura das camadas influenciam de forma diferente nos benefícios para a sustentabilidade. Aliado a isso, cada país utiliza materiais diferentes nos componentes de uma cobertura verde, deixando de fora a medição da quantidade de recursos naturais renováveis utilizados em cada processo, e demonstra que não é possível generalizar os benefícios efetivos. Bianchini e Hewage (2012) mencionam que é baixo o risco financeiro para a instalação de qualquer tipo de cobertura verde, devido ao lucro potencial de um telhado verde

ser muito maior do que suas perdas potenciais e que durante o ciclo de vida desses telhados, os setores pessoal e social obtêm benefícios econômicos.

Conforme demonstrado acima, a expansão das áreas urbanas e do ambiente construído combinado com um maior interesse público em manter a integridade dos sistemas ecológicos, levou a indústria da construção a começar a desenvolver práticas com menor impacto ambiental e com benefícios ambientais incorporados, assim como são os telhados verdes.

Dessa forma, essa pesquisa pretende comparar deforma geral uma cobertura verde em empresas brasileira e portuguesa, compilar as vantagens e as desvantagens sob a ótica da sustentabilidade e localizar materiais alternativos mais sustentáveis como forma de garantir os recursos naturais para as gerações futuras.

1.1. Questão de Pesquisa

Dentro do contexto apresentado na seção anterior, no qual a implementação de uma cobertura verde pode contribuir com o desenvolvimento sustentável e auxiliar na revitalização de áreas públicas e privadas, esta dissertação tem a seguinte questão de pesquisa:

- “Quais são as vantagens e as desvantagens de um telhado verde no Brasil e em Portugal, sob o ponto de vista dos construtores e fundamentados pelos conceitos da sustentabilidade?”.

1.2. Objetivos

O objetivo geral desta dissertação é identificar os benefícios e dificuldades apresentadas no emprego das coberturas verdes como um sistema construtivo sustentável e identificar os indicadores de avaliação da sustentabilidade ambiental, econômica e social dos telhados verdes.

Especificamente objetiva-se:

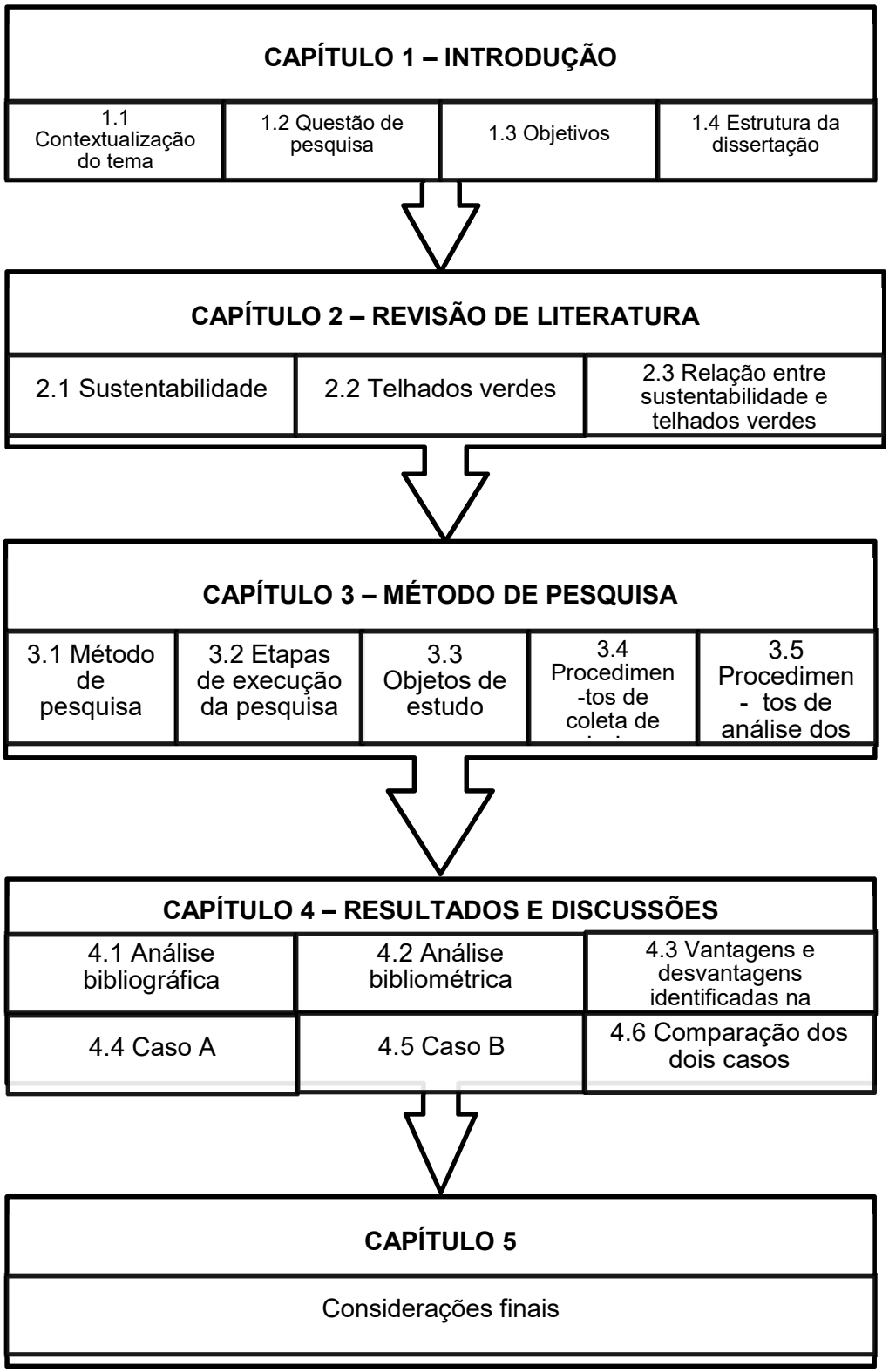
- Identificar, caracterizar e classificar os telhados verdes;
- Identificar e classificar as vantagens e as desvantagens das coberturas verdes;

- Comparar, de forma empírica, dois telhados verdes intensivos. Um em Portugal e um no Brasil;
- Identificar possíveis materiais alternativos em substituição aos convencionais;
- Contribuir com maior conhecimento dos apectos da sustentabilidade das coberturas verdes.

1.3 Estrutura da dissertação

Na sequência são apresentados todos os capítulos deste trabalho, tanto os que já foram escritos, como os que serão concluídos futuramente. São eles: introdução, revisão de literatura, método de pesquisa, resultados e discussões e considerações finais. A Figura 1 apresenta a estrutura da dissertação e os conteúdos de cada capítulo.

Figura 1: Estrutura da dissertação



Fonte: autora.

2. SUSTENTABILIDADE E TELHADOS VERDES

Este capítulo apresenta a revisão da literatura desta dissertação, que tem como objetivo reunir e avaliar as evidências disponíveis referentes a um tema específico.

2.1 Sustentabilidade

Antigamente, a população não acreditava que os recursos naturais eram escassos. Em nossos limites geográficos, temos como exemplo o pouco que nos resta da Mata Atlântica, dentre outras. Em defesa dos nossos antepassados, pode-se dizer que eles não conheciam outras formas de prover o seu sustento senão por meio da intensa e massiva exploração dos recursos do planeta (PEREIRA, 2008). No entanto, desse tempo até os dias de hoje, alguma coisa modificou nossa maneira de olhar para a natureza e nas formas pelas quais nos apropriamos dela.

Segundo Pereira (2008), inúmeros estudos e pesquisas realizadas, principalmente a partir da segunda metade do Século XX, demonstraram que o equilíbrio ambiental estava em risco em diversas partes do planeta, principalmente nas mais desenvolvidas, podendo causar a escassez dos recursos naturais fundamentais para manter a vida humana na Terra, no modelo econômico predominante desde o período histórico conhecido como Revolução Industrial, no século XVIII. Esse modelo econômico caracteriza a assim chamada Era Industrial.

Então, na segunda metade do século XX, deu-se início a um movimento mundial, que resultou em inúmeros encontros, conferências, tratados e acordos assinados por diversos países. Concomitantemente, desenvolveu-se uma maior participação da sociedade através das Organizações Não Governamentais (ONG) ambientalistas, resultando no final do século com a formulação de uma nova estratégia de desenvolvimento que abrange o meio ambiente não mais como um depósito dos restos da civilização industrial, mas como parte integrante e fundamental de qualquer progresso que a humanidade queira realizar, conforme mencionado em Pereira (2008).

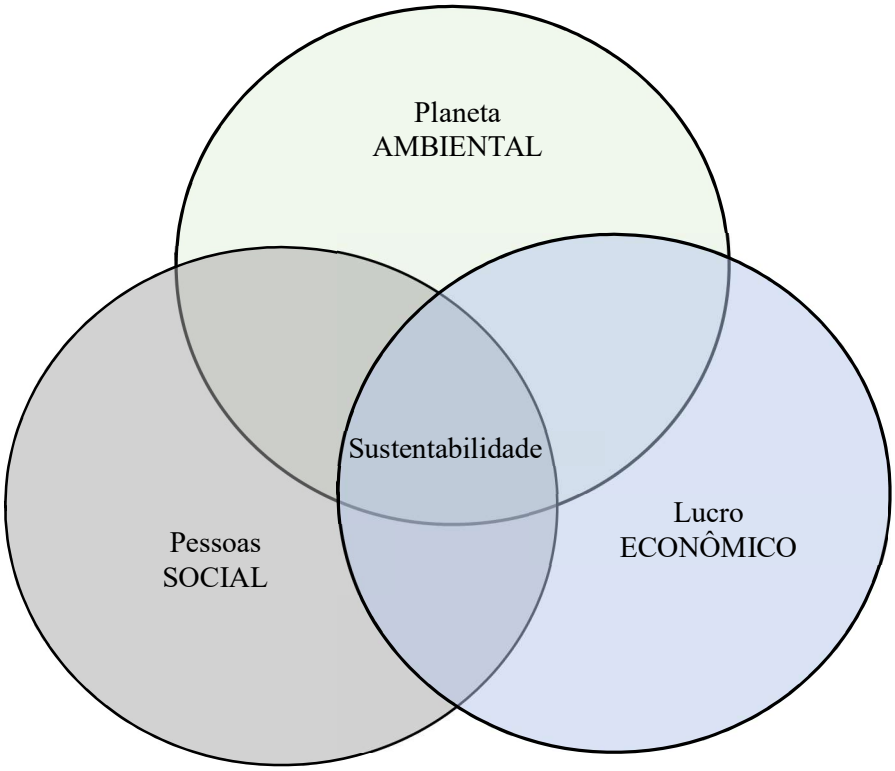
Em 1972, a Organização das Nações Unidas (ONU) promove em Estocolmo, na Suécia, uma Conferência sobre o meio ambiente que discute sobre a expansão econômica e populacional estarem diretamente vinculadas aos recursos ambientais

que são limitados. Nessa Conferência começou o debate sobre sustentabilidade, degradação do meio ambiente e a necessidade de ações positivas, em nível de colaboração internacional e em termos econômicos e sociais, pautada por mudanças no modelo de exploração de recursos naturais, de investimentos, de desenvolvimento tecnológico e dos valores institucionais (PEREIRA, 2008).

A preocupação com o futuro da humanidade, em relação ao uso dos recursos do planeta, chega a público com o relatório do Clube de Roma, intitulado *The Limits to Growth,* decorrentes dos estudos de Meadows (1972), sendo um dos primeiros a indagar a viabilidade do crescimento (VAN BELLEN, 2004). A mensagem diz respeito aos recursos interligados da Terra, sistema global da natureza em que todos vivemos que, provavelmente, não podem sustentar as taxas atuais de crescimento econômico e populacional muito além do ano 2100, mesmo com tecnologia avançada (CLUBE DE ROMA, 2017). E, em 1987, foi publicado o documento intitulado *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), que ficou conhecido como o "Relatório *Brundtland",* onde esclarece o conceito de DS como sendo "[,,,] aquele que satisfaz às necessidades do presente sem prejudicar a esperança das gerações futuras de atenderem às suas necessidades" (BRUNDTLAND, 1987). Esta definição passou a ser a mais utilizada e teve o propósito de fazer com que o crescimento econômico fosse expandido e a pobreza nos países desenvolvidos e em desenvolvimento fosse superada.

Em 1993, John Elkington, cunha o termo *Triple Bottom Line (TBL)* que se torna mundialmente conhecido com a publicação em 1997 da sua obra o livro "Canibais com garfo e faca", trazendo a preocupação com fatores ambientais, econômicos e sociais. Com base no modelo proposto por Elkington (1997), a sustentabilidade foi então definida por três dimensões: social, ambiental e econômica, formando um tripé, também sendo utilizada com o termo dos 3Ps (*people, planet, profit*), conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2: Tripé da Sustentabilidade



Fonte: a autora (adaptado de Elkington, 1997).

Diversos outros acontecimentos se sucederam como a assinatura do protocolo de Kyoto, em 1997, na sequência a ECO-92 com a criação da Agenda 21, na cidade do Rio de Janeiro, a Assembleia do Milênio com a participação dos membros das Nações Unidas, em 2000 e a reunião de Copenhague, em 2009. Alguns desses encontros tiveram resultados frustrantes, mas estimularam o mundo a refletir sobre como será o futuro ambiental do planeta (DIAS, 2017). Em 2002, a Rio+10 achou o caminho correto ao mencionar que o desenvolvimento sustentável possui uma base formada nos três pilares (econômico, social e ambiental), além de um objetivo fundamental a ser destacado: a erradicação da pobreza (LIMA; MANZANO, 2006).

A Agenda 21 é um documento em que diversos países se comprometeram a diminuir os problemas socioambientais existentes e abordaram vários temas, conforme mostrado na Tabela 1 (MMA, 2019).

Tabela 1: Principais temas abordados na Conferência ECO-92

1. Cooperação internacional para acelerar o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento das políticas internas conexas
2. Luta contra a pobreza
3. Evolução das modalidades de consumo
4. Dinâmica demográfica e sustentabilidade
5. Proteção e fomento da saúde humana
6. Fomento do desenvolvimento sustentável dos recursos humanos
7. Integração do meio ambiente e o desenvolvimento na tomada de decisões
8. Proteção da atmosfera
9. Enfoque integrado do planejamento e da ordenação dos recursos das terras
10. Luta contra o desmatamento
11. Ordenação dos ecossistemas frágeis: luta contra a desertificação e a seca
12. Ordenação dos ecossistemas frágeis: desenvolvimento sustentável das zonas montanhosas
13. Fomento da agricultura e do desenvolvimento rural sustentável
14. Conservação da diversidade biológica
15. Gestão ecologicamente racional da biotecnologia
16. Proteção dos oceanos e dos mares de todo tipo, incluídos os mares fechados e semifechados e as zonas costeiras, e o uso racional e o desenvolvimento de seus recursos vivos
17. Proteção da qualidade dos recursos de água doce: aplicação de critérios integrados para o aproveitamento, ordenação e uso dos recursos de água doce
18. Gestão ecologicamente racional dos produtos químicos tóxicos, incluída a prevenção do tráfico internacional ilícito de produtos tóxicos e perigosos
19. Gestão ecologicamente racional dos rejeitos perigosos, incluída a prevenção do tráfico internacional ilícito de rejeitos perigosos
20. Gestão ecologicamente racional dos rejeitos sólidos e questões relacionadas com as matérias fecais
21. Gestão inócua e ecologicamente racional dos rejeitos radioativos
22. Medidas mundiais em favor da mulher para atingir um desenvolvimento sustentável e equitativo
23. A infância e a juventude no desenvolvimento sustentável
24. Reconhecimento e fortalecimento do papel das populações indígenas e suas comunidades
25. Fortalecimento do papel das organizações não-governamentais associadas na busca de um desenvolvimento sustentável
26. Iniciativas das autoridades locais em apoio ao Programa 21
27. Fortalecimento do papel dos trabalhadores e seus sindicatos
28. Fortalecimento do papel do comércio e da indústria
29. A comunidade científica e tecnológica
30. Fortalecimento do papel dos agricultores
31. Recursos e mecanismos de financiamento
32. Transferência de tecnologia ecologicamente racional, cooperação e aumento da capacidade
33. A ciência para o desenvolvimento sustentável
34. Fomento da educação, a capacitação e a conscientização
35. Mecanismos nacionais e cooperação internacional para aumentar a capacidade nacional nos países em desenvolvimento
36. Acordos institucionais internacionais
37. Instrumentos e mecanismos jurídicos internacionais
38. Informação para a adoção de decisões

Fonte: a autora (adaptado de MMA, 2019).

Mediante a Tabela 2 apresentada, os telhados verdes inserem-se diretamente nos temas: 1, pois, estimula políticas econômicas favoráveis ao Desenvolvimento Sustentável; 4, formulação de políticas nacionais integradas para o meio ambiente e desenvolvimento, levando em conta tendências e fatores demográficos; 7: integração entre meio ambiente e político com a criação de uma estrutura legal e regulamentadora; 9: promoção do Desenvolvimento Sustentável para prevenção da destruição da camada de ozônio e combate à poluição atmosférica 14: conservar a biodiversidade; 17: manejo integrado dos recursos hídricos.

Em 2015, chefes de Estado e de Governo e altos representantes, reunidos na sede das Nações Unidas em Nova York (EUA), criaram a Agenda 2030, uma nova agenda de ações para os próximos quinze anos, delineando novos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), precisamente para ajudar a orientar o curso futuro do desenvolvimento econômico e social do planeta. (ONU, 2015). Os ODS são compostos por 17 objetivos, conforme Tabela 2, e 169 metas, direcionados a questões ambientais, econômicas, institucionais e sociais.

A ONU reconhece que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável, estando empenhada em alcançar o desenvolvimento sustentável nas suas três dimensões: econômica, social e ambiental de forma equilibrada e integrada. (ONUBR, 2019). Os 17 ODS e as 169 metas universais envolvem todo o mundo, igualmente os países desenvolvidos e os em desenvolvimento. Eles são integrados e indivisíveis, e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável. (ONUBR, 2019).

Tabela 2: Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030

1. Erradicação da pobreza
2. Fome zero e agricultura sustentável
3. Saúde e bem-estar
4. Educação de qualidade
5. Igualdade de gênero
6. Água limpa e saneamento
7. Energia limpa e acessível
8. Trabalho decente e crescimento econômico
9. Inovação infraestrutura
10. Redução das desigualdades
11. Cidades e comunidades sustentáveis
12. Consumo e produção responsáveis
13. Ação contra a mudança global do clima
14. Vida na água
15. Vida terrestre
16. Paz, justiça e instituições eficazes
17. Parcerias e meios de implementação

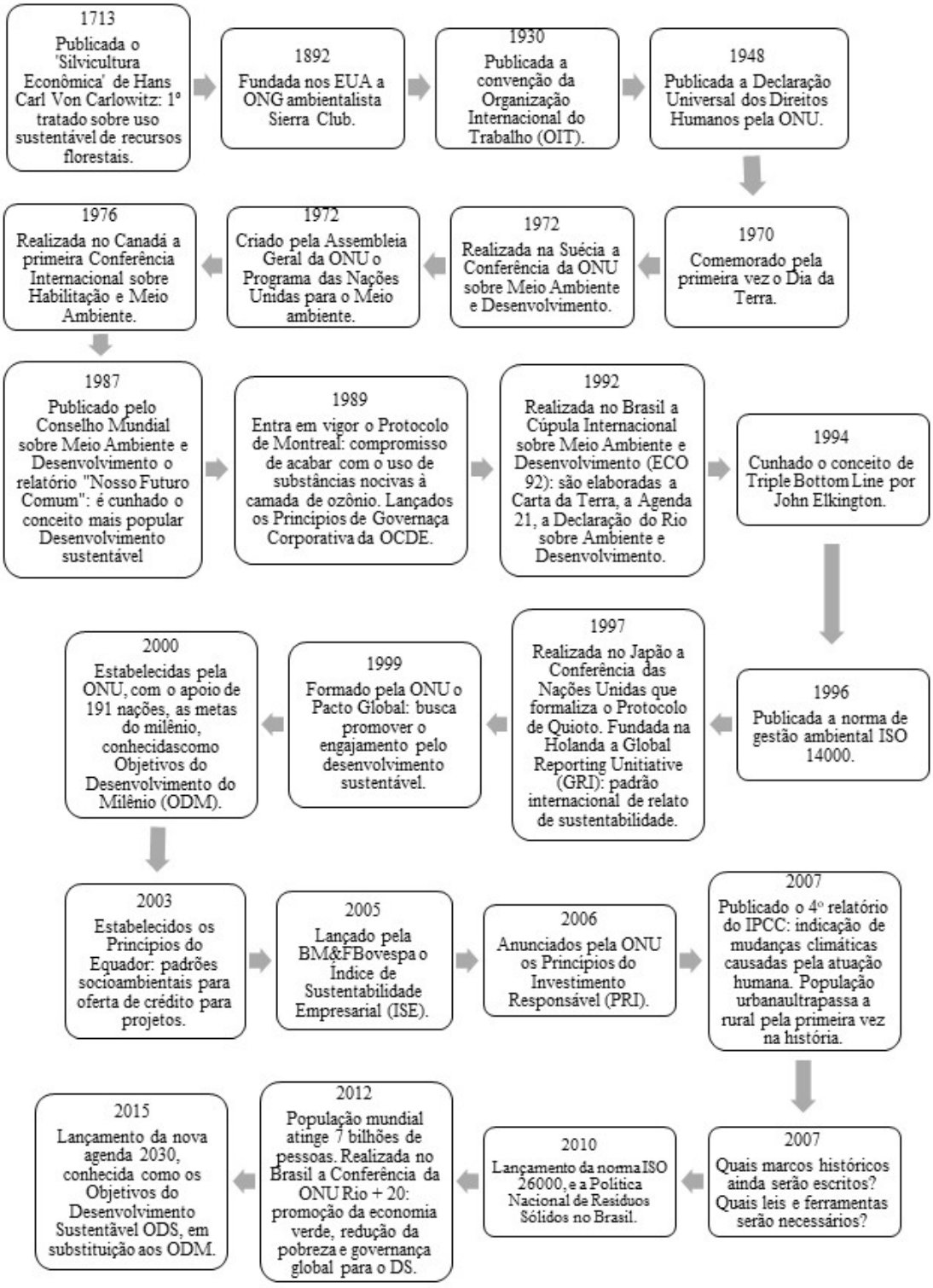
Fonte: autora (adaptado de ONUBR, 2019).

De acordo com Van Bellen (2004), o desenvolvimento sustentável é resultado de um longo processo de reavaliação crítica da relação da sociedade civil e o modo como ela se relaciona com o meio natural. Dessa forma, está diretamente ligado ao processo de crescimento econômico, evoluindo para o conceito de desenvolvimento sustentável.

Para Dias (2006), o desenvolvimento sustentável se mostra como um processo dinâmico, contínuo e que vem evoluindo no esforço de atender às necessidades humanas, sempre levando em consideração a economia e o meio ambiente.

A linha do tempo apresentada no Quadro 1, apresenta alguns dos eventos mais marcantes na evolução do desenvolvimento econômico para o atual desenvolvimento sustentável.

Quadro 1: Ordem cronológica dos principais acontecimentos relacionados com o desenvolvimento sustentável



Fonte: a autora (adaptado do Guia CBIC, 2012).

O DS possui variadas visões e entendimentos, sendo bastante amplo e possibilitando uma infinidade de interpretações, adaptações e ideologias divididas em segmentos sociais de interesse, levando a reflexões e lembrando uma forte mudança na visão de como as atividades econômicas humanas estão relacionadas com o mundo natural (KATES *et al.*, 2005).

Segundo Stoddart (2011) o princípio fundamental do DS é a integração das preocupações ambientais, sociais e econômicas em todos os aspectos da tomada de decisões.

Para que se alcance o DS, de acordo com Kates *et.al.* (2005), é necessário que haja um planejamento em longo prazo e que todos tomem conhecimento de que os recursos naturais do planeta são finitos e de todos, que seja determinado um caminho que garanta o desenvolvimento integrado e participativo e que considere a valorização e o uso racional dos recursos naturais.

Segundo Dovers e Handmer (1992), a sustentabilidade é a possibilidade de um sistema enfrentar e tolerar mudanças, igualmente, por tempo indeterminado. O DS é um caminho que objetiva mudanças propositais, com melhorias que conservam e ampliam a qualidade deste sistema, indo ao encontro das necessidades da coletividade. Dessa forma, temos a seguinte perspectiva: o DS almeja atingir a sustentabilidade e ela é a meta final, em longo prazo.

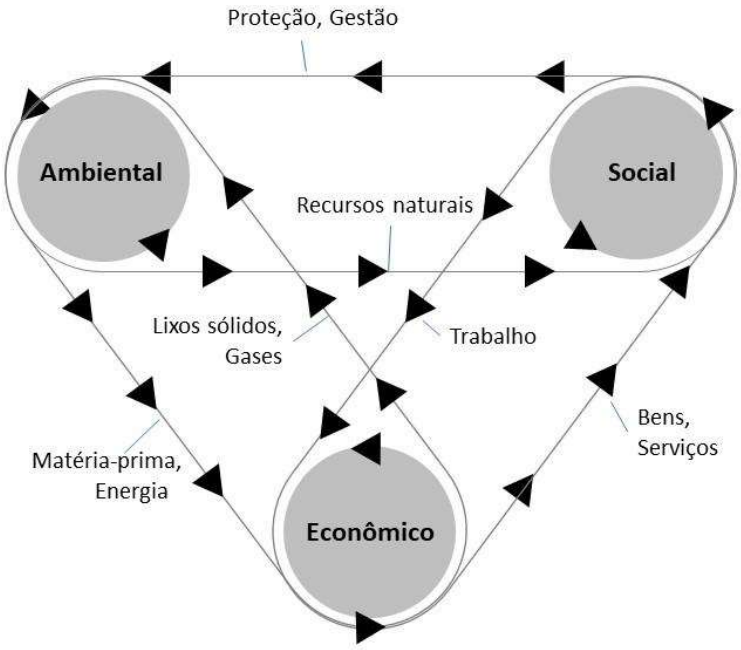
Apesar de existirem diversos conceitos, a sustentabilidade e o DS têm um objetivo em comum, que é deixar para as gerações futuras uma reserva de capital que seja tão grande quanto o que a geração atual herdou das gerações precedentes (GAUSSIN *et al.*, 2013).

Para Elkington (1997), a definição de sustentabilidade é o princípio que assegura que nossas ações presentes não limitarão a gama de opções econômicas, sociais e ambientais disponíveis para as futuras gerações. Ainda, segundo o autor, o conceito dos três pilares, ou *TBL*, envolve a questão social, econômica e ambiental, em que a sociedade (pilar social) depende da economia (pilar econômico) e que depende do ecossistema global (pilar ambiental), cuja saúde representa o pilar derradeiro. Para o autor, as pressões políticas, ambientais, sociais e econômicas, fazem com que os três pilares não sejam estáveis e possuam um constante fluxo, movimentando-se de forma independente uns dos outros.

A interação entre os pilares ambiental, econômico e social é comentada por Burger e Mayer (2003), cujas decisões sobre o desenvolvimento afetam o tripé da

sustentabilidade, pois, todos estão inseparavelmente interligados, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3: Interação entre o tripé social, o econômico e o ambiental



Fonte: Burger e Mayer (2003).

Coral (2002) concorda com a Figura 3, porém comenta alguns pontos que devem ser observados quando se trata da implementação coerente da sustentabilidade abrangendo o tripé social, ambiental e econômico, sejam eles:

a) Sustentabilidade econômica: Vantagem competitiva, qualidade e custo, foco, mercado, estratégias de negócio;

b) Sustentabilidade Social: Assumir responsabilidade social, suporte no crescimento da comunidade, compromisso com o desenvolvimento dos recursos humanos, promoção e participação em projetos de cunho social;

c) Sustentabilidade Ambiental: Tecnologias limpas, reciclagem, utilização sustentável de recursos naturais, atendimento a legislação, tratamento de efluentes e resíduos, produtos ecologicamente corretos, impactos ambientais.

Na busca em orientar ações destinadas à sustentabilidade e oferecer referências para a sociedade aumentar a adesão às práticas de sustentabilidade, foram criados *reports* e diretrizes que contemplam uma parte específica do *triple*

bottom line ou abrangem os três pilares. O Quadro 2 apresenta um resumo das principais normas que tratam da sustentabilidade.

Quadro 2: Principais normas e relatórios envolvendo sustentabilidade

LEED para projeto e construção de edifícios	É uma certificação para construções sustentáveis, concebida e concedida pela ONG United States Green Building Council, com intuito de promover e estimular práticas de construções sustentáveis, satisfazendo critérios para uma construção verde.	**1993 – EUA**
Diretrizes GRI para relatório de Sustentabilidade	É uma organização internacional de padrões independentes que ajuda empresas, governos e outras organizações a entender e comunicar seus impactos em questões como mudanças climáticas, direitos humanos e corrupção.	**1997 – Holanda**
ISO 14001 – Sistema de gestão ambiental	É um Sistema de Gestão Ambiental que permite uma organização desenvolver uma estrutura para a proteção do meio ambiente.	**1998 – Suíça**
Instituto Ethos	É uma Organização da sociedade civil de interesse público (OSCIP) cuja missão é mobilizar, sensibilizar e ajudar as empresas a gerir seus negócios de forma socialmente responsável, tornando-as parceiras na construção de uma sociedade justa e sustentável.	**1998 – Brasil**
Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE)	É uma ferramenta para análise comparativa da performance das empresas listadas na BM&FBOVESPA sob o aspecto da sustentabilidade corporativa, baseada em eficiência econômica, equilíbrio ambiental, justiça social e governança corporativa.	**2005 – Brasil**
ISO 26000 – Diretrizes sobre Responsabilidade Social	É a primeira norma internacional de Responsabilidade Social Empresarial. O documento define diretrizes que ajudam empresas e organizações a operar de maneira socialmente responsável, com políticas baseadas na sustentabilidade empresarial.	**2010 – EUA**

Fonte: autora.

O telhado verde é um dos itens que mais contribui para obter a certificação LEED, sendo possível pontuar nas sete dimensões da certificação. Aliado a outras tecnologias, como o painel fotovoltaico e utilização de horta, chega a conquistar 28 pontos em 7 créditos diferentes. Mais da metade dos créditos necessários para a certificação mínima são nesses quesitos:

– Espaços abertos;

– Manejo de água da chuva;

– Redução de ilhas de calor;

– Redução de consumo de água em áreas externas;

– Performance energética;

– Conforto térmico;

– Produção local de alimentos.

No selo LEED, para obter a certificação mínima são necessários pelo menos 40 pontos, 50 pontos para o selo Silver, 60 pontos para o selo Gold, e 80 pontos ou mais para o selo Platinum (ECOTELHADO, 2017).

As questões de sustentabilidade afetam a sociedade como um todo, desde os indivíduos até as organizações mundiais e as grandes crises ecológicas ou sociais que acontecem, e normalmente são sempre devidos ao consumo excessivo de recursos naturais e a crescente desigualdade em escalas locais e globais (AGHION *et al.*, 1999; BOURGUIGNON, 2004; MILANOVIC, 2011).

De acordo com Sachs (2007), a maioria das crises que atingem a economia mundial é ambiental na origem. As crises envolvem, essencialmente, mudanças climáticas, poluição, escassez de água, de fauna, declínio do solo arável, esgotamento das áreas pesqueiras oceânicas, esgotamento das fontes de petróleo, bolsões persistentes de miséria, ameaça de pandemias e uma perigosa discrepância de apropriação de recursos no interior das nações e entre elas.

Para Agopyan e John (2011), soluções relevantes para as mudanças climáticas se viabilizarão global e efetivamente se forem incorporadas por mudanças significativas no comportamento e nos hábitos humanos, que pressupõem, indispensavelmente, um novo comportamento econômico da sociedade moderna. No sentido de alcançar esse objetivo que surgiu, a partir do entendimento sobre desenvolvimento sustentável, recomenda-se dentre outros aspectos, satisfazer as necessidades humanas tanto atuais quanto em longo prazo, concomitantemente à diminuição do impacto ambiental causado pelo consumo de recursos naturais (PRIMACK; RODRIGUES, 2002).

Para Dias (2017), embora tenha sido expandida a mobilização em torno da sustentabilidade, ela continua mais focada no ambiente interno das organizações, voltada unicamente para processos e produtos. Não se pode negar que continua sendo um grande avanço, mas ainda falta muito para que a sociedade se torne agente

de um desenvolvimento sustentável, socialmente justo, economicamente viável e ambientalmente correto.

2.2. Telhados Verdes

Uma definição genérica de telhado verde seria a de qualquer tipo de telhado no qual uma tecnologia sustentável (verde) é incorporada. Essa tecnologia verde pode ser: coberturas vegetadas (MCDONOUGH, 2005); telhados frios (XU *et al*., 2012) ou frescos – sistemas de coberturas com elevada reflexão solar (SYNNEFA e SANTAMOURIS, 2012); ou painéis solares (TABARES-VELASCO e SREBRIC, 2011).

Na literatura encontramos as palavras: telhados vivos, coberturas vegetadas, coberturas verdes e telhados verdes como sinônimos quando nos referimos aos telhados com vegetação. Tipicamente, em Portugal é chamado de cobertura verde e no Brasil, telhado verde. Sendo assim, faremos uso das duas últimas, que são as mais utilizadas e mencionadas nas entrevistas.

De acordo com Francis e Lorimer (2011), os telhados e as paredes vegetadas constituem duas técnicas de aprimoramento do *habitat* com um forte potencial para a ecologia da harmonia urbana. Para Henry e Frascaria-Lacoste (2012), estas técnicas possuem algumas limitações ecológicas e sociais, como as características físicas (porte da vegetação, profundidade do substrato, adaptação das espécies), o investimento financeiro e as percepções culturais da natureza urbana.

Ao considerar o conceito clássico apresentado por Tylor (1871), que define a cultura como todo complexo que inclui o conhecimento, as crenças, a arte, a moral, a lei, os costumes e os demais hábitos e capacidades adquiridos pelo homem como membro da sociedade, justifica-se a análise do uso dos telhados verdes sob a perspectiva da evolução cultural dos telhados verdes. Isso porque seu emprego partiu de uma concepção social meramente estética para um enfoque sistêmico, englobando a preocupação em tentar resolver os problemas ambientais que atualmente as cidades enfrentam com o aumento da urbanização. Essa associação entre os aspectos culturais e as diferentes concepções de uso dos telhados verdes está intrinsecamente relacionada, portanto, com a evolução das relações entre homem e meio, bem como de aspectos comportamentais da sociedade diante das novas situações e de seu próprio entendimento de mundo.

2.2.1 Contextualização histórica

De acordo com Osmundson (1999), a preocupação do equilíbrio entre os elementos construídos e os elementos vegetais remonta à antiguidade. Estas ligações existem desde os habitantes dos vales dos rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia. A primeira estrutura conhecida encontra-se nos templos religiosos mesopotâmicos, onde os Deuses eram cultuados, sobretudo o principal deles, Marduk, por volta de 2.500 a.C., e esta foi construída de forma escalonada, isto é, era uma espécie de plantio vegetal em modelo de escadas, entre um tronco de pirâmide e outro, até formar a estrutura conhecida como Zigurate, ou Torre de Babel.

Além desse primeiro marco, destacam-se os Jardins Suspensos da Babilônia (Figura 4), considerados uma das sete maravilhas do mundo antigo. Esse monumento, teoricamente, foi construído por ordem de Nabucodonosor II, que reinou por volta de 605 a 562 a.C. e instaurou uma grande transformação no que se refere à arquitetura, à política, à religião e às questões sociais na maior metrópole do mundo daquele tempo. No entanto, com a invasão dos Persas, em 539 a.C., o império babilônico começa sua decadência, deixando um grande legado à história e construção da arquitetura que, futuramente, passaria a ser utilizada como modelo funcional para práticas ambientalistas (SALEIRO *et al.*, 2015).

Figura 4: Jardins Suspensos da Babilônia

Fonte: Bezerra (2013).

No continente europeu, ainda segundo os mesmos autores, acredita-se que por volta de 1222, na França, ocorreu o marco inicial dessa prática, mais precisamente na Abadia Beneditina do Monte de *Saint Michel*. Segundo eles, essa construção com traços arquitetônicos góticos, remonta à idade média, e possuía uma enorme quantidade de elementos vegetais, forrageiros e arbustivos, sob o primeiro pavimento denominado *Scriptorium*. Além desse monumento, que já traz um modelo de telhado verde de expressiva significação para a Europa, em 1383 a Itália apresentou um novo modelo com a famosa Torre *Guinigi*, que remonta à estrutura de um jardim suspenso, com sete carvalhos em sua base.

Segundo Batista (2004), na Rússia, os jardins sobre as construções eram tidos como uma característica de ostentação pela nobreza, sendo que no século XX, vários arquitetos, fundadores do movimento moderno na arquitetura, como Le Corbusier, interpretaram que as coberturas nos terraços eram um avanço tecnológico e estético e, por isso, defendiam a restituição da natureza através das construções.

A Revolução Industrial, que ocorreu entre os séculos XVIII e XX, proporcionou inúmeras mudanças sociais, econômicas e ambientais na Europa e, posteriormente, no mundo. Essas mudanças fizeram com que o trabalho artesanal fosse substituído pelo assalariado, levando à necessidade da criação de máquinas que satisfizessem o

desejo dos burgueses e que visavam apenas uma produção lucrativa em massa. Por consequência, a população rural começou a migrar para a zona urbana em busca de trabalho e provocou assim, o crescimento das cidades com o aumento expressivo de indústrias e pessoas sem planejamento estrutural (HOBSBAWM, 1995; THOMPSON, 1989).

Para Carvalho (2003), o dinamismo da civilização industrial inseriu radicais mudanças no meio ambiente físico que resultaram em novos conceitos sobre o seu uso. Inicialmente, a Revolução Industrial baseou-se nos três fatores básicos da produção: a natureza, o capital e o trabalho. Contudo, em meados do Século XX, um novo e revolucionário fator foi acrescentado: a tecnologia. Esse novo elemento provocou um salto qualitativo e quantitativo nos fatores resultantes do processo industrial e dessa forma passou-se a gerar bens industriais em quantidade e rapidez impensáveis. Tal fato, naturalmente, não se deu sem graves prejuízos à saúde ambiental.

Conforme mencionado por Franco e Druck (1998), a consequência da industrialização foi o agravamento e/ou geração de problemas ambientais como o excesso de produção de gás carbônico e lixo tóxico, causando o efeito estufa, as chuvas ácidas e danos na camada de ozônio. Outra observação foi a formação do *smog*, fumaça acumulada na atmosfera que forma uma espécie de nevoeiro devido à queima incompleta dos combustíveis fósseis.

Além disso, as impurezas expelidas pelas indústrias durante a fabricação de seus produtos e os descartes das sobras interferem diretamente nos ecossistemas e nas estruturas fisiológicas dos seres vivos, causando ou intensificando problemas de saúde. Ademais, tal nível de poluição causa a formação de ilhas de calor nos centros urbanos, interferindo diretamente na temperatura e na forma com que as pessoas vivem.

Sob essa perspectiva, verificou-se a crescente necessidade de desenvolvimento de políticas e práticas ambientais para solução ou mitigação dos problemas gerados após a Revolução Industrial. Nesse contexto, os telhados verdes ressurgem a todo vapor durante o Século XX. A Figura 5 apresenta uma linha do tempo com os principais acontecimentos na evolução do uso dos telhados verdes desde os primórdios.

Figura 5: Linha do tempo do uso dos telhados verdes

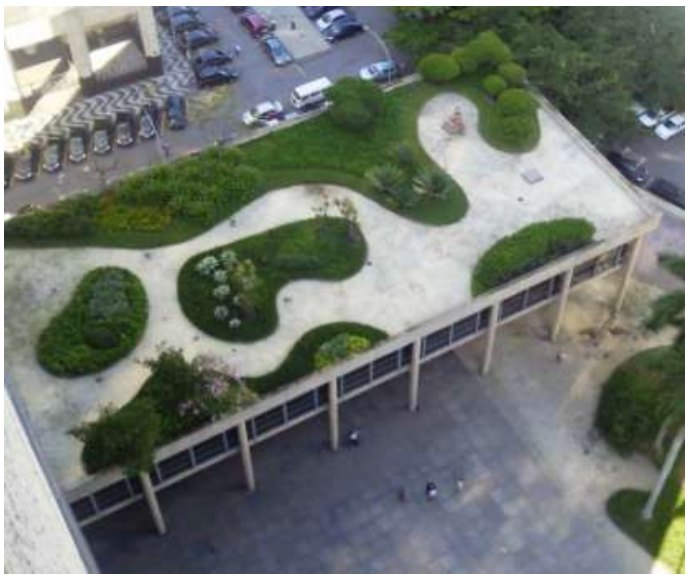
Fonte: autora.

Diante do exposto, fica evidente que os primeiros modelos de telhados verdes conhecidos na história da humanidade objetivaram apenas o benefício estético, mas os impactos ambientais da Revolução Industrial e o consequente crescimento urbano resultaram na necessidade de desenvolvimento de tecnologias que mitigassem os efeitos indesejados. De acordo com Grimm *et al.* (2008) e Pickett *et al.* (2011), a urbanização provoca inúmeros impactos ambientais negativos, como a poluição, temperaturas elevadas, conhecidas como ilhas de calor urbano, aumento no escoamento superficial e perda de biodiversidade nativa.

Nesse contexto, as coberturas verdes passaram a ter maior amplitude na sua funcionalidade, expandindo-se por todo o mundo. Segundo Saleiro *et al.* (2015), durante a década de 30, por influência do modernismo no Brasil, houve a primeira construção efetiva dentro dos moldes do telhado verde, o Ministério da Educação e Saúde, no Rio de Janeiro (Figura 6). O projeto paisagístico teve a participação de Oscar Niemeyer e o planejamento vegetal foi feito por Burle Marx. De acordo com os autores, esse prédio foi um marco na história da Arquitetura e Urbanismo do nosso

país. Outros monumentos com estruturas de cobertura vegetal começaram a surgir, como o prédio da Petrobrás no Rio de Janeiro, com terraços e jardins vegetados intercalados entre os pavimentos da construção, originando ótimo aspecto visual e contribuindo para a sustentabilidade. Durante o Século XX muitas construções desse modo começaram a surgir e desenvolver a prática, aliando-se alternativa ambiental e elemento estético.

Figura 6: Ministério da Educação e Saúde, Rio de Janeiro



Fonte: Guerra, 2002.

2.2.2 Definição e composição

Em termos de projeto, os telhados verdes ou vivos são tipicamente planos e superfícies levemente inclinadas concebidas para suportar o crescimento da vegetação (DVORAK; VOLDER, 2010). Com o aumento na inclinação do telhado, eles se tornam menos econômicos e a aparência do plantio menos natural (SCHUNCK *et al.*, 2003). Os autores também afirmam não ser possível especificar um limite exato, mas telhados com uma inclinação entre 15-20º normalmente podem ser ajardinados sem qualquer problema.

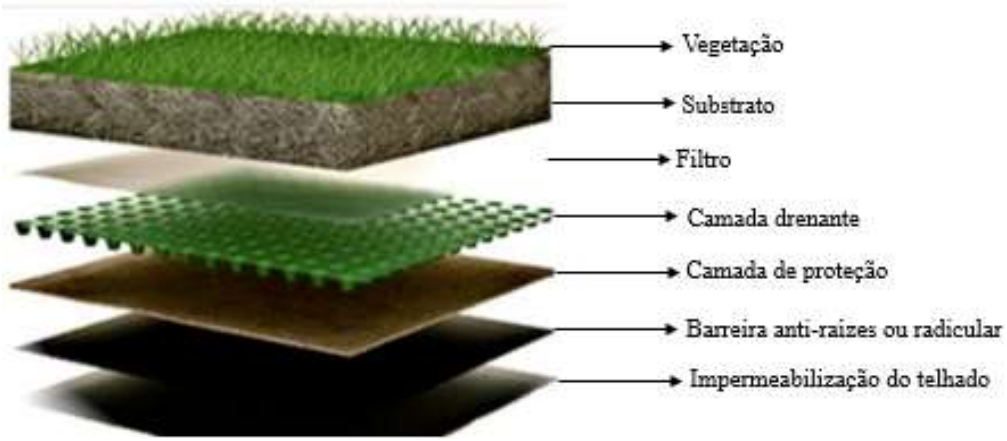
Para Minke (2004), é possível classificar os telhados verdes e suas inclinações: de 3° a 5% de inclinação é considerado telhado plano; de 3° a 20° ou de 5% a 35% de inclinação é chamado de telhado de encosta suave; de 20° a 40° ou 36% a 84% é

nomeado telhado com declive; acima de 40° ou acima de 84% denomina-se telhado íngreme. Ainda segundo o mesmo autor, ele acrescenta que, para telhados de encosta suave, normalmente é dispensada a colocação de segurança contra deslizamento do substrato e para as demais inclinações ele sugere variados dispositivos para diferentes inclinações.

Os telhados verdes, de acordo com Santos (2012), são sistemas constituídos por diversos componentes organizados de forma a otimizar o desempenho sistêmico do conjunto: vegetação, sistema de drenagem e impermeabilização, entre outros, devido à complexidade da composição e funcionamento.

A estrutura do telhado verde pode variar em algumas características técnicas, mas normalmente consiste das seguintes camadas: vegetação, substrato, filtro, drenagem e uma barreira radicular acima da camada de impermeabilização (VIJAYARAGHAVAN, 2016), conforme mostra a Figura 7.

Figura 7: Componentes de um Telhado Verde



Fonte: a autora (adaptado de Vijayaraghavan, 2016).

A composição de uma cobertura verde pode ser influenciada pelos objetivos de design, orçamento disponível, tipo de benefícios pretendidos e acessibilidade (TOLDERLUND, 2010). Deve-se levar em conta a estrutura onde é colocado o sistema, sendo primordial que os telhados consigam suportar o excesso de carga associado à sua instalação, havendo assim uma necessidade de efetuar cálculos prévios.

Para apresentar benefícios, o telhado verde deve possuir características como baixa densidade, pouco peso úmido, capacidade máxima de retenção de água, menor

lixiviação, boa permeabilidade, estabilidade da estrutura, suporte de uma grande variedade de plantas, conteúdo orgânico mineral, resistência ao frio ou geada e à erosão provocada pelo vento (VIJAYARAGHAVAN e RAJA, 2014).

2.2.2.1 Vegetação

A vegetação é a camada que acrescenta vida ao telhado. A escolha dos tipos de plantas deve ser realizada conforme as condições climáticas locais, a disponibilidade de nutrientes, o impacto nos ecossistemas, o tipo de cobertura, a sua finalidade, e a espessura do substrato. Os sistemas são beneficiados se as espécies utilizadas forem nativas, pois, estas já se encontram adaptadas ao clima local e às condições padrão de crescimento, tornando-se mais resistentes a pragas locais (VIJAYARAGHAVAN e JOSHI, 2014).

As plantas melhoram a qualidade do escoamento (VIJAYARAGHAVAN e JOSHI, 2014), a qualidade do ar (SPEAK *et al.*,2012) e desempenho térmico (COOK-PATTON e BAUERLE, 2012). Segundo o estudo realizado por Rowe (2011), feito em ambientes extremos, como longos períodos de seca, as características mais favoráveis da vegetação de coberturas verdes extensivas, foram a sua capacidade de suportar condições de seca, sobrevivência sob condições mínimas de nutrientes, boa cobertura no solo, menos manutenção, multiplicação rápida, raízes curtas e macias e fito remediação.

Para Cook-Patton e Bauerle (2012), existe uma importante distinção entre a capacidade de uma espécie sobreviver num telhado verde e sua capacidade de fornecer serviços benéficos. Getter e Rowe (2012) demonstraram que a irrigação durante períodos muito secos permite utilizar várias comunidades de plantas. A criação de microclimas, que varia com a exposição solar e com a profundidade do solo, também pode ajudar a aumentar a diversidade de plantas em coberturas extensivas (KÖHLER, 2006).

Entretanto, é importante selecionar estrategicamente espécies pela adição de suas capacidades funcionais, pois, aumentar a diversidade pode não melhorar a função de uma cobertura verde (COOK-PATTON e BAUERLE, 2012).

As espécies de suculentas do gênero *Sedum* apresentam raízes curtas e suaves e podem diminuir a perda de água do substrato e sobreviver a condições de seca (DVORAK e VOLDER, 2010), enquanto a maioria das plantas aumenta a perda

de água do solo, via transpiração (BUTLER e ORIANS, 2011). Contudo, as mesmas são consideradas más mitigadoras da poluição do ar (ROWE, 2011), mas funcionam bem na hiperacumulação dos metais.

2.2.2.2 Substrato

O substrato (Figura 8) é um componente específico mais leve que o solo superficial, com melhor drenagem, basicamente inorgânico e capaz de suportar o crescimento das plantas (SUSAN, SERDAR; WILLIAM, 2013). A profundidade do substrato varia de poucos centímetros a um metro.

Figura 8: Substrato composto de mineral e areia da empresa ZinCo

Fonte: Neoturf.

Dos inúmeros benefícios dos telhados verdes, alguns deles relacionam-se diretamente com as propriedades do substrato, a melhoria da qualidade da água, vantagens térmicas e de isolamento sonoro (ZHAO *et al.*,2014). Devido às condições adversas que possa existir numa cobertura verde, é difícil encontrar uma camada com todas as características necessárias (BATES *et al.*, 2015).

Em alguns países, os substratos não são comercializados, pois, os consumidores utilizam o disponível no local, como solo de jardim

(VIJAYARAGHAVAN, 2016). Este tipo de prática tem inúmeras desvantagens, como menciona Xiao *et al.* (2014): retenção de água e efeito deficiente de arejamento; substrato pesado durante eventos de chuva aumenta o risco de colapso na cobertura; crescimento do número de ervas daninhas; lixiviação de nutriente e coberturas altamente compactas.

2.2.2.3 Filtro

Segundo Vijayaraghavan e Raja (2015), a função principal do filtro é separar a camada do substrato da camada drenante, reter partículas finas e nutrientes do substrato, e evitar o entupimento da camada de drenagem. Geralmente os materiais usados são geotêxtis à base de fibras de polipropileno ou poliésteres (Figura 9). Necessariamente esta camada deve apresentar uma elevada resistência, pequenos poros para uma boa permeabilidade à água e impedir o movimento das partículas do solo para a camada drenante. Age também como barreira contra raízes para as plantas com raízes suaves e curtas.

Figura 9: Filtro geodrenante da empresa ZinCo (cedido pela Neoturf)

Foto: arquivo da autora.

2.2.2.4 Camada drenante

A camada drenante, segundo Santos (2012), contribui de forma significativa na gestão das águas pluviais, pois, absorve a água da chuva e libera o excesso de forma gradual ou ainda é recuperada pela vegetação e libertada por evapotranspiração. Esta camada permite o escoamento da água através da camada do substrato e torna acessível à vegetação nos períodos de maior carência. Tolderlund (2010) comenta que todos os componentes do sistema de drenagem devem ser mantidos livres de resíduos e materiais vegetais para o processo funcionar bem.

De acordo com Vijayaraghavan (2016), atualmente são usados dois grandes tipos de camadas de drenagem:

- Drenagem com painéis modulares: são constituídos por plástico de alta resistência, materiais de polietileno, conforme Figura 10, ou de poliestireno, com compartimentos para armazenar água e permitem a liberação dos excessos. Normalmente são módulos e possibilitam uma instalação mais fácil e mais prática.

Figura 10: Camada drenante da empresa ZinCo (cedido pela Neoturf)

Foto: arquivo da autora.

Drenagem com materiais granulares: Estes materiais possuem grandes espaços porosos para armazenar água e leves agregados que podem ser de argila

expandida, xisto expandido, tijolo esmagado, cortiça (Figura 11), cascalho grosseiro ou pedra. Deve ser aplicada em coberturas planas ou ligeiramente inclinadas. A aplicação ótima da camada de drenagem deve ser em coberturas com inclinação entre os 2% e os 8%. Se a inclinação for inferior ao valor mínimo indicado, pode dar origem a colmatação de vias, proveniente do deslocamento de sedimentos ou da existência de poças na cobertura, devido à subida de sedimentos que dão entrada no sistema de drenagem (FISHBURN, 2004).

Figura 11: Camada drenante elaborada com cortiça em Portugal (cedido pela Neoturf)

Foto: arquivo da autora.

2.2.2.5 Camada de proteção

A camada de proteção (Figura 12) serve para reter águas e nutrientes e para proteger mecanicamente a barreira antirraiz (ZINCO, 2019). As diretrizes alemãs da Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL, 2008) seguem um conjunto de requisitos de modo a realizar essa proteção, assim como os materiais a serem aplicados como camada de proteção, o planejamento do projeto e a execução em obra, diferenciando-se de acordo com o tipo de cobertura (extensiva ou intensiva). Os requisitos mínimos considerados válidos são a utilização de feltros geotêxteis com uma densidade mínima de 300g/m2 e 2mm de espessura.

Figura 12: Camada de proteção da empresa ZinCo (cedido pela Neoturf)

Foto: arquivo da autora.

2.2.2.6 Barreira antirraízes

Wong e Jim (2014) comentam que a barreira contra raízes é a primeira camada acima do telhado. Tem como principal objetivo proteger a estrutura do telhado contra as raízes das plantas que podem penetrar pelas de camadas superiores da cobertura verde. Os autores She e Pang (2010) mencionam que a raízes crescem, fortalecem e movem-se através do solo para procurar água e nutrientes. Ao longo do tempo, e sem proteção adequada, as raízes podem adentrar no sistema da cobertura e, consequentemente, resultam em fissuras e furos, onde a água se infiltra.

Existem dois tipos diferentes de barreiras radiculares no mercado: físico e químico. As barreiras físicas consistem geralmente numa camada fina de cerca de 0,05 cm de um material de polietileno de baixa densidade (Figura 13) ou de polietileno que é colocado acima do sistema do telhado verde (KOLOKOTSA *et al*, 2013), enquanto que as barreiras químicas usam produtos à base de cobre para inibir a penetração da raiz. No entanto, a barreira contra as raízes só é obrigatória em coberturas do tipo intensivo, menciona Santos (2012).

Figura 13: Barreira antirraiz da empresa ZinCo (cedido pela Neoturf)

Foto: arquivo da autora.

2.2.2.7 Membrana impermeabilizante

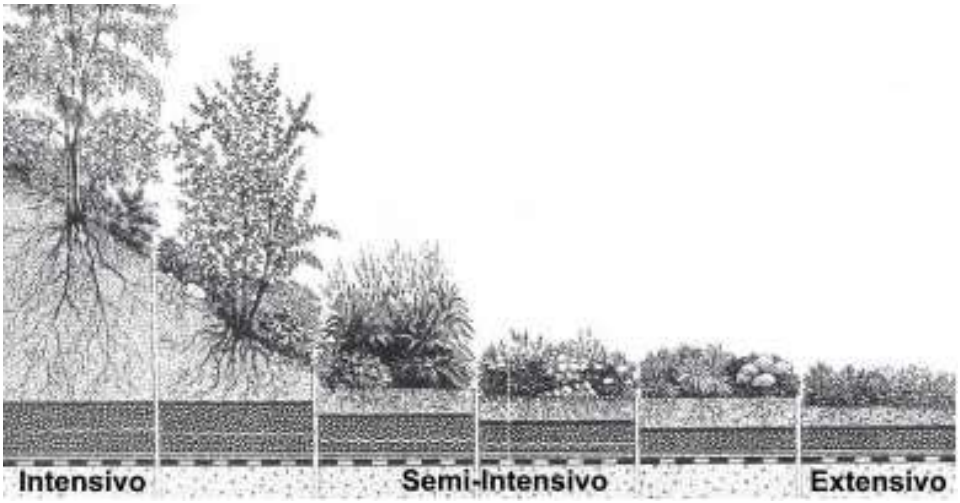
A membrana impermeabilizante ou camada de impermeabilização é fundamental para o bom funcionamento de qualquer telhado verde, pois, o teor de umidade é sempre elevado devido ao solo molhado e à camada de drenagem (TOWNSHEND, 2007). A membrana impede a água de penetrar na parte interna do telhado e facilita o escoamento, sendo composta por um material capaz de suportar pressão hidrostática (água de abastecimento) por longos períodos de tempo (TOLDERLUND, 2010). A escolha do tipo de membrana é influenciada pelo tipo de telhado verde a ser instalado, o custo, a disponibilidade e a expectativa de vida da mesma.

O autor Santos (2012) menciona que, como a camada que protege o edifício é a base do sistema de cobertura, exige-se cuidados redobrados no ato da aplicação, acima de tudo com os acabamentos nas juntas de dilatação e nas ligações das paredes com a cobertura. Torna-se também importante o conhecimento aprofundado das características de cada tipo de membrana para uma melhor adequação de cada uma ao desempenho esperado.

2.2.3 Tipos de Telhados Verdes

De acordo com a FLL (2008), os telhados verdes podem ser divididos como intensivos, semi-intensivos e extensivos (Figura 14). Geralmente, os fatores que caracterizam os diferentes tipos de cobertura são: o custo, a instalação e manutenção, o tipo de vegetação e a profundidade da camada do substrato.

Figura 14: Tipos de telhados verdes



Fonte: Osmundson, 1999.

Com a finalidade de adaptar os telhados verdes para cada ambiente, foram criados modelos que possuem uma determinada característica funcional. A escolha de cada um requer analisar as condições do local, o custo-benefício, a disponibilidade e a intenção referentes à manutenção e a irrigação dessa cobertura, os tipos de plantas mais adequados, tanto estética como funcionalmente para o local, a profundidade do substrato, o peso máximo e mínimo desejado e qual a funcionalidade a ser priorizada. A Tabela 3 apresenta de forma resumida as principais características de cada tipo de coberturas verdes.

Tabela 3: Principais características dos tipos de telhados verdes

Tipos de coberturas	Extensivo	Semi-Intensivo	Intensivo
Manutenção da Vegetação	Baixa	Periódica	Baixa
Irrigação	Não	Periódica	Regular
Fertilização	Não	Periódica	Regular
Espécies de plantas comuns	Musgo Ervas Gramíneas	Ervas Gramíneas Arbustos	Plantas Perenes Arbustos Árvores
Espessura Média do Substrato (mm)	60-200	120-250	>150
Densidade Superficial (kg/m²)	60-150	120-200	180-500
Custo	Baixo	Médio	Alto
Uso Comum	Funcional Gestão do escoamento de águas pluviais Isolamento térmico	Funcional Estético	Funcional Estético (áreas maiores)

Fonte: autora (adaptado de IGRA, 2017).

2.2.3.1 Intensivo

Um telhado verde com uma espessura de camada de substrato superior a 150 mm é classificado como **intensivo** (KOSAREO; RIES, 2007), conforme Figura 15, geralmente projetados e comparados à construção de um jardim num edifício, requer irrigação e manutenção. Normalmente, estes sistemas são multifuncionais e acessíveis, apectos que exigem uma capacidade superior e uma configuração mais profunda com elevadas capacidades de retenção de água. Eles também podem suportar arbustos silvestres, pequenas árvores e gramados (OBERNDORFER *et al.,* 2007). Este tipo de cobertura oferece um grande potencial para design e biodiversidade, porém, a seleção de vegetação e a finalidade do projeto afetam extremamente a manutenção requerida para o sucesso destas coberturas (GRO, 2017).

Para Andrade (2007), o substrato precisa apresentar valores de carga compreendidos entre 700 kg/m2 e 1200 kg/m2. Segundo a *Internacional Green Roof Associaton* (IGRA, 2017), as cargas na estrutura variam de 180 Kg/m2 a 500 kg/m2

para alturas totais superiores a 150 mm, mas podem ser ultrapassados conforme a espécie utilizada e a estrutura em que é instalada.

Figura 15: Telhado verde intensivo sobre lojas, Praça de Lisboa (Porto/Portugal)

Foto: arquivo da autora.

2.2.3.2 Extensivo

O telhado verde **extensivo**, conforme Figura 16**,** possui uma fina camada de solo para sustentar a vida das plantas, portanto, cargas adicionais baixas não demandam reforço de estruturas de edifícios existentes (KOSAREO; RIES, 2007), precisam de pouca ou nenhuma irrigação e, normalmente, são plantados musgo, suculentas, gramas e algumas plantas herbáceas (OBERNDORFER *et al. 2007)*.

O tipo de telhado verde extensivo é mais frequentemente utilizado do que o intensivo, devido às suas características como: estrutura leve, menor custo, facilidade de instalação em um espaço de tempo menor e baixo nível de manutenção (BERARDI; GHAFFARIANHOSEINI; GHAFFARIANHOSEINI, 2014); WILKINSON *et al.*, 2015). Para Andrade (2007), os valores de espessura de substrato variam entre 80 mm e 120 mm com cargas médias na estrutura de 100 kg/m2. Segundo Oberndorfer *et al.* (2007), a espessura de substrato pode variar entre 20 mm e 200 mm com cargas de 70 kg/m2 a 170 kg/m2.

Os diferentes valores de espessura de substrato e cargas médias, mencionados pelos diferentes autores, estão relacionados ao tipo de condições locais, cujo clima é o fator mais relevante, pois, influencia o tipo de vegetação necessária e

condiciona a escolha do substrato. Os métodos e materiais utilizados nas coberturas também contribuem para as diferenças apresentadas.

Segundo Monteiro (2010), o sol, o vento e a seca são fatores de stress adicionais para a vegetação em telhados com cobertura verde extensiva. As espécies devem apresentar características que lhe confiram resistência à seca, aos ventos, às temperaturas extremas, aos elevados índices de radiação e devem apresentar reduzidas necessidades de manutenção e irrigação.

Em comparação ao telhado do tipo intensivo, o extensivo pode ser instalado com inclinação mais elevada devido à menor quantidade de vegetação. De acordo com a IGRA (2017), essas coberturas podem ser prejudicadas quando instaladas em superfícies com inclinação inferior a 2°, devido à possibilidade de acumulação de água. Para baixa inclinação, é necessário modificar ao nível do sistema de drenagem.

De forma geral, o tipo extensivo de cobertura verde costuma ser autossustentável e não é difícil de implementar e cuidar, traduzindo-se numa redução significativa de custos de instalação e manutenção e é ideal para uma gestão eficaz de águas pluviais (GRO, 2017).

Figura 16: Telhado verde extensivo sobre garagem, morada particular (Porto/Portugal)

Foto: arquivo da autora.

2.2.3.3 Semi-intensivo

A IGRA (2017) considera ainda outro tipo de telhado verde, o **semi-intensivo**, conforme Figura 17. Esta apresenta diferenças entre os tipos extensivo e intensivo.

Ela é caracterizada por mínima manutenção, acessibilidade moderada, composição de plantas mais complexas, como herbáceas, gramíneas e arbustos, uma espessura de substrato que pode atingir os 250mm e cargas a partir de 125 kg/m2 (MESQUITA, 2017). Em comparação ao telhado verde extensivo, o do tipo semi-intensivo, possui maiores custos de manutenção, capacidade para projetos mais complexos e maior capacidade para reter águas pluviais (GRO, 2017).

Figura 17: Telhado verde semi-intensivo em área de lazer, morada particular (Porto/Portugal)

Foto: arquivo da autora.

2.2.4 Benefícios e custos

Os tipos de telhados descritos no capítulo anterior evidenciam a variedade de opções que atendem diferentes condições socioeconômicas, tipos de moradia, e gostos visuais, mas, em todos os casos, contribuem para sustentabilidade do planeta.

Um telhado verde como camada de proteção e isolamento na estrutura do telhado, é uma ferramenta para alcançar benefícios econômicos, ambientais e sociais.

Em áreas urbanas, o uso das coberturas verdes no topo dos edifícios pode anular alguns destes efeitos: aumento do risco de inundações, o risco de estresse hídrico ou, ainda, a escassez de água. Absorver o fluxo de águas pluviais de pico e ampliar o número de coberturas verdes pode contribuir na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas (MOBILIA; LONGOBARDI; SARTO, 2014).

De acordo com Tolderlund (2010), a ilha de calor é um fenômeno que ocorre em todas as cidades, e resulta do cumulativo de modificações na cobertura do solo e na composição da atmosfera devido ao crescimento urbano e as atividades antrópicas (ALCOFORADO *et al.*, 2006). A inclusão de uma cobertura verde pode reduzir este fenômeno, ao introduzir vegetação em algumas das superfícies mais quentes das áreas urbanas. As temperaturas podem ser reduzidas por meio de evapotranspiração.

A presença de vegetação limita as cargas térmicas devido à radiação solar e temperatura do ar, e a camada de substrato indica um isolamento adicional do edifício. Isto é confirmado por estudos que revelaram a diminuição da temperatura da membrana do telhado sob o telhado verde comparativamente com o telhado convencional (GETTER *et al.*, 2011); (DIMITRIJEVIC *et al.*, 2016). Castleton *et al.* (2010) mencionam que, no verão, a área exposta à radiação de uma cobertura com membrana asfáltica pode chegar aos 80°C, enquanto que numa área equivalente de cobertura verde a temperatura é de apenas 27°C. O autor Abreu (2009) afirma que, além de diminuir as ilhas de calor, as coberturas verdes diminuem os efeitos dos raios ultravioletas e dos impactos causados pelo vento.

Tolderlund (2010) menciona que a implementação de um telhado verde intensivo contribui para maiores economias de energia devido à maior espessura da camada de substrato e maior massa térmica, em comparação aos extensivos. Isto pode ser afetado pelo tipo da cobertura, como a presença de umidade, área superficial, espécies usadas, profundidade do substrato e composição do meio de cultivo.

Perini e Rosasco (2016) demonstraram que a economia de energia para resfriamento espacial varia de 5% a 10% para coberturas verdes extensivas, e de 10% a 15% para as intensivas.

Segundo Ascione *et al.* (2013), a influência das espécies de plantas nos desempenhos térmicos das coberturas verdes foi averiguada em extensas coberturas verdes em variadas zonas climáticas. Os resultados demostraram maior economia de energia para o resfriamento espacial por meio da utilização de vegetação gramínea alta em relação à vegetação curto-sedimentar. Telhados verdes com vegetação gramínea alta diminuíram o consumo de energia em relação aos telhados verdes com vegetação sedimentar. O percentual diminuiu de 8,5% para 8,2%. Susca (2019) menciona que, em climas tropicais, uma camada de solo de 4 cm fornece o isolamento térmico ideal e qualquer aumento na camada de solo não oferece nenhum benefício

adicional. Além disso, alguns detalhes construtivos devem ser incorporados, como por exemplo, em áreas de clima continental úmido e oceânico, a espessura ideal do solo é de 30 cm e em climas secos, a irrigação é fundamental para diminuir a demanda de energia da construção.

De acordo com os autores Getter *et al.* (2013), a utilização de plantas mais altas com elevado índice de área foliar amplia o aumento da economia de energia para o resfriamento espacial. Para Olivieri *et al.* (2013), quando o telhado verde tem vegetação densa, o ganho térmico que entra no telhado diminui cerca de 60% em comparação com o telhado sem vegetação, considerando uma edificação de um andar.

A economia de energia pela implantação de telhados verdes é viável em todas as zonas climáticas (BERARDI; GHAFFARIANHOSEINI; GHAFFARIANHOSEINI, 2014), mas eles diminuem o consumo de energia em áreas com climas quentes em maior escala, e sua função no efeito de resfriamento é mais significativa, segundo Wong *et al.* (2003).

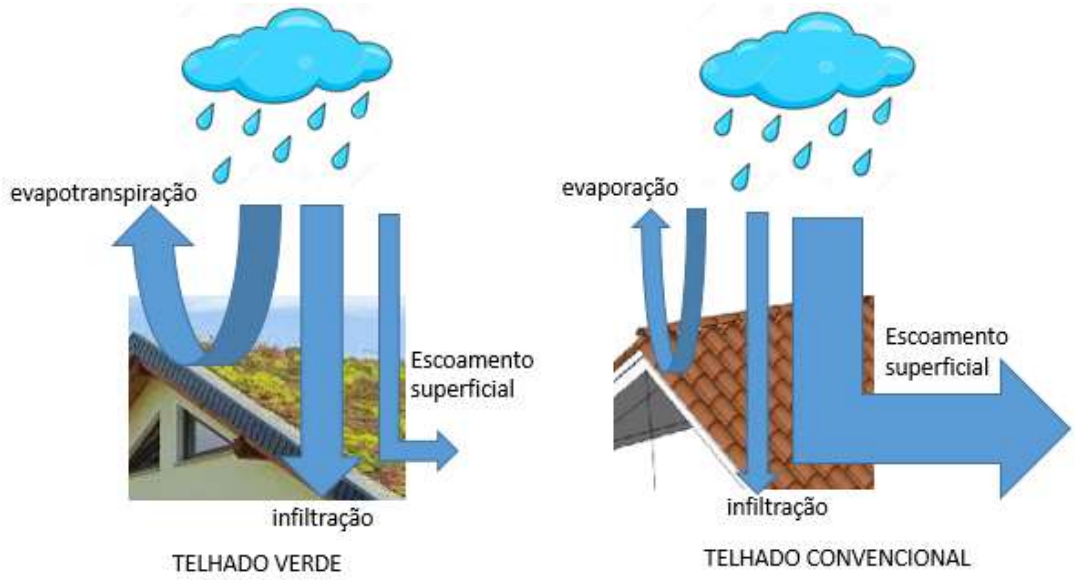
As coberturas verdes também minimizam a poluição sonora provocada pelos espaços ferroviários, pois funcionam como barreira entre os ambientes naturais exteriores e interiores. Essas soluções construtivas podem aumentar o isolamento acústico nos edifícios, pois, as ondas sonoras são absorvidas, refletidas ou desviadas. O substrato tende a bloquear as frequências mais baixas, enquanto que a vegetação bloqueia as frequências mais altas (RENTERGHEM e BOTTELDOOREN, 2008). Dessa forma, uma cobertura verde pode reduzir o nível de ruído dentro do edifício entre 40 decibéis e 60 decibéis (TOLDERLUND, 2010), mas, a quantificação do isolamento acústico depende, fundamentalmente, do sistema utilizado e da profundidade da camada de substrato (GEDGE e FRITH, 2004).

Li *et al.* (2015) consideram que o telhado verde pode melhorar a qualidade do ar de acordo com as espécies de vegetação, posição do telhado e a condição de fluxo do ar ambiente. As espécies de plantas são cruciais na qualidade do ar porque apresentam diferenças significativas na captura e filtragem de poluentes, dependendo do tipo de planta, superfície e tecido foliar presente na cobertura (TOLDERLUND, 2010). A cobertura verde intensiva apresenta melhores características para a minimização da poluição do ar, pois, existe a possibilidade de possuir pequenas árvores e arbustos (VIJAYARAGHAVAN, 2016).

Johnston e Newton (2004) estimam que as árvores de um estacionamento sejam capazes de filtrar mais de 85% das partículas suspensas. Isso ocorre por absorverem poluentes atmosféricos nocivos à saúde através dos estômatos das folhas, pela superfície das plantas e pela deposição estática sobre a superfície da planta.

Outro importante benefício das coberturas verdes é o gerenciamento de águas pluviais através do seu do escoamento entre 60% e 100%, que dependem das características do sistema e das condições climáticas (HASHEMI; MAHMUD; ASHRAF, 2015); (NAWAZ; MCDONALD; POSTOYKO, 2015); (WONG; JIM, 2014), e consequentemente melhoram igualmente a qualidade da água (VIJAYARAGHAVAN; JOSHI, 2015); (VIJAYARAGHAVAN; JOSHI; BALASUBRAMANIAN, 2012). Os sistemas de coberturas verdes reduzem o fluxo do escoamento e funcionam como barreira do fluxo de água entre a imediata precipitação e a entrada no sistema de drenagem, dependendo do número de camadas da cobertura verde e da espessura do substrato. A água que fica retida evapora ou é utilizada pelas plantas no processo de transpiração, sendo esta a explicação do potencial de retenção das coberturas (VIJAYARAGHAVAN, 2016), conforme mostrado na Figura 18:

Figura 18: Diferença entre escoamento, evaporação e evapotranspiração de um telhado verde e um convencional



Fonte: a autora.

Quanto à qualidade da água, Teemusk e Mander (2007), consideram que o telhado verde pode ter um efeito positivo e negativo, pois, age como um dispositivo de retenção e armazenamento dos poluentes, que são acumulados na camada do substrato e libertados quando a água das intensas chuvas os elimina. Para Vijayaraghavan e Joshi (2014), até dois ou três anos após a implementação de uma cobertura verde, ocorre o processo de estabilização das coberturas, e o escoamento da camada de vegetação pode prejudicar a qualidade das águas receptoras, contribuindo com quantidades substanciais de fósforo e fosfato.

Malcolm *et al.* (2014) mencionam que a liberação de nutrientes das coberturas pode ser associada ao uso de fertilizantes. Os fertilizantes convencionais possibilitam maiores concentrações no escoamento do que os fertilizantes com uma liberação controlada (EMILSSON *et al.,* 2007). Em síntese, o telhado verde do tipo intensivo polui significativamente mais em relação ao tipo extensivo, devido à profundidade de estratificação (VIJAYARAGHAVAN, 2016).

A construção de uma cobertura verde em conjunto com sistemas de coleta de águas pluviais em edifícios pode aumentar as vantagens de cada uma dessas tecnologias (KASMIN; STOVIN; HATHWAY, 2010); (STOVIN, 2010), sendo que essa combinação deve ser cogitada como uma solução propícia para combater as mudanças climáticas e aumentar a sustentabilidade nas cidades (Li e BABCOCK, 2014); (SHENG *et al.*, 2011).

O site da IUPWARE *(Interuniversity Programme in Water Resources Engineering*) oferece uma ferramenta para calcular os ciclos hidrológicos. O modelo *GreenRoof* é um software de domínio público, ou seja, gratuito. Esse software é direcionado por menus e não requer nenhum conhecimento específico de computador. Ele foi desenvolvido na *Faculty of Bioscience Engineering, Division of Soil and Water Management, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium* e pode ser utilizado para desenvolver um estudo para a aplicação do uso de coberturas verdes nas cidades brasileiras, e contribui para levar ao conhecimento dos profissionais os resultados técnicos dos benefícios do uso de telhados verdes nas grandes cidades.

As coberturas verdes podem contribuir para migração de espécies de insetos e pássaros no ambiente urbano. Para Wells e Grant (2004), desde o final dos anos 90 começaram a aparecer estudos específicos sobre a biodiversidade em coberturas vegetadas de edifícios e concluíram que os telhados verdes produzem efeitos

positivos na preservação da biodiversidade local, principalmente, para aves (BRENNEISEN, 2000), invertebrados (KADAS, 2002) e no desenvolvimento de variedades de musgos. O potencial para a biodiversidade pode ser influenciado pelo tipo de espécies e a sua altura, variação da superfície, alimento e altura do edifício (TOLDERLUND, 2010).

Quanto à agricultura urbana nos telhados verdes, ela pode servir como uma tecnologia integrada de água-energia-comida, garantindo uma agricultura sustentável, potencializando a eficiência de uso de água de chuva e diminuindo as exigências de energia de edifício (SPECHT *et al.*, 2014).

A união de valor estético à paisagem urbana também tem sido apresentada como um benefício da instalação de telhados verdes, apesar de que o tipo de vegetação influencia na medida em que as pessoas aprovam o visual dos telhados verdes (FERNANDEZ-CAÑERO *et al.*, 2013).

Para Johnston (2004), sensações de bem-estar psicológico também ajudam na valorização da cobertura verde, que age como meio de integração do urbano à natureza, além de recuperar vantagens estéticas e ecológicas, contribuindo para o incremento do valor venal do imóvel.

De acordo com Tolderlund (2010), a saúde humana pode ser afetada de forma positiva pelas coberturas verdes, pois, devido ao acesso a espaços ao ar livre e ambiente natural, ele resulta na redução de stress, melhoria da saúde geral e aumento do nível de produtividade no trabalho. A interação dos indivíduos com um ambiente natural encoraja a atividade social e física. Para Gedge e Frith (2004), as coberturas verdes podem oferecer espaços verdes acessíveis tanto visual, como fisicamente. Apesar de grande parte das coberturas serem visualmente pouco atrativas, a sua aparência pode ser amenizada pelo tipo de vegetação. Existem casos em que a única justificativa é o fator estético.

Outro benefício é a sua capacidade de proteger a estrutura e suas camadas impermeabilizantes das intempéries e dos raios ultravioletas, e ainda minimizar o dano e estresse sofrido por variações da temperatura, e contribuir para aumentar em muito a vida útil dos materiais e da própria estrutura. Johnston (2004) menciona que o telhado verde de uma loja de departamentos (Derry and Toms) na avenida Kensington, em Londres, ajudou a preservar sua estrutura por mais de 50 anos. Uma cobertura verde pode durar 2,5 vezes a 3 vezes mais que uma cobertura tradicional (TOLDERLUND, 2010).

As pesquisas sobre as coberturas verdes são uma área em expansão e vistas pelos pesquisadores como uma tendência em vários países no mundo, devido aos seus benefícios ambientais, sendo vistas como fundamentais para a melhoria da qualidade de vida. Contudo, investigações têm em conta possíveis desvantagens e anomalias.

De acordo com Tolderlund (2010), de forma genérica, o telhado verde precisa de manutenção regular e inspeção dos vários elementos estruturais, irrigação, fertilização, poda e replantio. As coberturas verdes, ou parte dos seus elementos, atingem sua vida útil quando deixam de cumprir os requisitos para os quais foram projetados e precisam ser substituídos. A vida útil é influenciada pelo clima e características das camadas.

Um dos motivos para a não implantação do telhado verde é o custo de implantação. Segundo Boni (2015) o custo varia conforme a região em que é implantado e os valores vão de R$100,00 a R$150,00/m² (€ 20,41 a 30,61, câmbio a R$ 4,90). Entretanto, segundo Cantor (2008), apesar do custo de implantação do telhado verde ser maior do que o de um telhado convencional, no decorrer de sua vida útil o telhado verde apresentará características que compensarão o investimento inicial, como a proteção do próprio sistema de cobertura da exposição direta dos raios solares prejudiciais.

O custo é um problema particular que muitas tecnologias recentes enfrentam e que reflete no desequilíbrio entre os custos iniciais e o fluxo de caixa esperado dos seus benefícios. No caso dos sistemas construtivos de coberturas verdes, Dunnett e Kingsbury (2008) mencionam que o fato desses sistemas construtivos oferecerem tantos benefícios fica difícil avaliar de forma integrada o seu verdadeiro potencial.

2.2.5 Normas, Leis e Incentivos

As coberturas verdes, por meio de Políticas Públicas indutoras de incentivo à preservação ambiental, contribuem para incentivar uma mudança governamental do comportamento social e que pode ser estimulada por meio da concessão de subsídios fiscais e creditícios, dentre outros.

Conforme descreve Barbieri (2007), Política Pública Ambiental é a totalidade dos objetivos, diretrizes e instrumentos de ação que o poder público dispõe para produzir efeitos desejáveis sobre o meio ambiente.

De acordo com Sharman (2014), as políticas indutoras para o estímulo da instalação de telhados e paredes verdes são:

- Incentivos diretos, tais como subsídios e subvenções;
- Incentivos financeiros indiretos, como redução de taxas e gratificações;
- Regulamentos e normas de incentivo;
- Incentivos intangíveis, como: a pesquisa, a educação, prêmios, programas específicos e orientação técnica.

Estes dispositivos vêm sendo utilizados no Brasil e no mundo como instrumentos sustentáveis e benéficos ao meio ambiente e estão considerados na forma de legislação, normas e subsídios de diversos países. Em vários deles, há leis de obrigatoriedade e incentivo financeiro para a adoção de telhados verdes, conforme apresentado no Apêndice F.

2.3 Relação entre Sustentabilidade e Telhados Verdes

Para o desenvolvimento desta seção sobre a relação entre o telhado verde e Sustentabilidade foram usados os artigos apresentados no Quadro 9.

Stoddart (2011) afirma que a definição de ser sustentável é fácil, mas definir o que realmente deva ser implica em rever todo o processo histórico e cultural de produção do espaço edificado, além do econômico e do social.

A busca pela manutenção e/ou melhoria da qualidade de vida vem acompanhada de soluções de maior eficiência no uso de recursos naturais, de menor impacto ambiental e de justiça social, com critérios responsáveis. A sociedade busca um novo modelo de desenvolvimento que responda a estas questões, ou seja, um novo paradigma definido como desenvolvimento sustentável. A sustentabilidade é uma mudança cultural em que o novo paradigma é um novo modelo de desenvolvimento (MOTTA e AGUILAR, 2009).

Para Zambrano (2008), o despertar para o DS chegou ao mercado brasileiro da construção civil com certo atraso em relação aos países desenvolvidos. As primeiras iniciativas de discussão e realização de edificações com melhor qualidade ambiental datam do início dos anos 2000, onde se tentou chegar ao horizonte mais amplo das edificações sustentáveis. Foram identificadas poucas iniciativas na procura por certificações internacionais, de modo a atestar a qualidade dos edifícios.

De acordo com Castelnou *et al.* (2001), surge aí um novo paradigma, este denominado de eco-arquitetura ou *green architecture* que visa introduzir no ambiente construído materiais ecologicamente corretos, produzidos com baixa energia embutida e incentivando também ao uso de materiais da própria região onde a edificação está sendo construída. Seu objetivo seria de adaptação às condições climáticas e à vegetação, aproveitando os recursos energéticos naturais do local. Uma verdadeira arquitetura ecológica teria o máximo de sustentabilidade e o mínimo de impacto ambiental.

No conceito da *green architecture*, retornam os telhados verdes para agregar um conceito atual de cidades verdes. No entanto, trata-se de um conceito diferente dos já descritos e utilizados, que se realizaram em todo o período evolucionário do ambiente construído.

Para Nieva e Pozo (2005), as coberturas verdes representam opções semelhantes quanto à ligação entre as estratégias passivas de captação energética e às diversas disposições construtivas admitidas pela prática habitual. Os sistemas construtivos devem ser escolhidos conforme o clima predominante e recusar um plano de construção global válido para qualquer região e situação.

De acordo com Amado (2011), dentre as tecnologias ambientais que contribuem para a sustentabilidade, tem-se as coberturas verdes, comumente denominadas de “telhados verdes”.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo são apresentados, em detalhes, os passos metodológicos seguidos para a elaboração desta dissertação com o objetivo de cumprir os objetivos delineados. O capítulo contempla a apresentação e caracterização dos objetos de estudo, o método de pesquisa adotado, os procedimentos de coletas e análises de dados.

Portanto, na sequência são apresentadas as seguintes seções e subseções: 3.1 método de pesquisa; 3.2 etapas de execução da pesquisa; 3.3 objetos de estudo; 3.4 procedimentos de coleta de dados e 3.5 procedimentos de análise dos dados.

3.1. Método de pesquisa

Este trabalho foi baseado em uma pesquisa descritiva, pois, permite observar e analisar contextos para realizar a coleta de dados, conforme as percepções do pesquisados, sem fazer manipulações, ao buscar entender as situações e circunstâncias (MIGUEL, 2007). Para responder à questão de pesquisa proposta nesta dissertação, foi adotada uma abordagem qualitativa de pesquisa com a utilização da técnica de estudo de caso (YIN, 2010). Quanto aos procedimentos foram utilizados a pesquisa documental e a elaboração de estudos de caso.

Para a revisão de literatura, adotou-se o método de revisão sistemática da literatura. Esse método tem como objetivo reunir e avaliar as evidências disponíveis referentes a um tema específico.

A revisão bibliográfica sistemática é construída em torno de uma questão central, neste caso foi construída em torno de três temas: telhado verde, Sustentabilidade na construção civil, e a relação entre telhado verde e a Sustentabilidade na construção civil. Essa revisão foi focada em identificar o estado da arte dos telhados verdes com a evolução ao longo da história, definição e tipos; evolução histórica e definição da Sustentabilidade, além de relacionar os dois temas e identificar as vantagens e as desvantagens do telhado verde sob o viés da sustentabilidade.

Assim, diversos estudos foram reunidos, de acordo com o método que será descrito a seguir, e utilizados, quando possível, na formação da base teórica para amparar as futuras análises e discussões desta dissertação.

Deste modo, para determinar o estado da arte dos telhados verdes, através da história, definição e tipos, foram realizadas buscas na base de dados Scopus – buscas realizadas em fevereiro de 2019 – com utilização das seguintes palavras-chave: *"green roof*"* ou *"vegetat* roof*"* ou *"living roof*".* Os símbolos '*' foram utilizados para que fossem incluídos os plurais e qualquer variação das palavras. Essas palavras-chave foram aplicadas para buscar os artigos pelo título, resumo e palavras-chave.

Para filtrar os artigos encontrados foram determinados os seguintes critérios de inclusão (CI):

- CI-1: Os 40 artigos mais citados que abordam o tema telhado verde, evolução histórica, definição e tipos;
- CI-2: Os 10 artigos mais citados dos anos de 2017, 2018 e 2019 que abordam o tema.

O CI-1 foi determinado para que fosse possível obter os artigos – importantes – mais explorados pelo meio acadêmico. Enquanto o CI-2 foi determinado para que fosse possível obter um panorama atual das pesquisas realizadas sobre o tema. A aplicação desses critérios foi facilitada pelas ferramentas de ordenação e limitação da base de dados Scopus. Assim, foi somente necessário identificar se os artigos selecionados com essas ferramentas contemplavam, ou não, o tema telhado verde e se seus conteúdos estavam acessíveis integralmente. Foram selecionados artigos somente na língua inglesa.

Após a realização da busca na base de dados os artigos foram submetidos a dois filtros de pesquisa (FP): o primeiro filtro (FP1) consistiu na leitura do título e palavras-chave e também serviu para a exclusão de artigos com acesso restrito; o segundo filtro (FP2) compreendeu a leitura do resumo e, quando não suficiente, a leitura completa do artigo. Os artigos que foram selecionados nos FP1 e FP2 atenderam pelo menos a um dos critérios de inclusão (CI) estabelecidos anteriormente.

Em relação ao tema sustentabilidade na construção civil, primeiramente foi realizada uma busca na base de dados Scopus com as palavras-chave *"green building"* ou *"sustainab* building"* ou *"sustainab* construction"* como palavras-chave para determinar os artigos mais citados relacionados ao tema. Os símbolos '*' foram

utilizados para que fossem incluídos os plurais e qualquer variação da palavra. A pesquisa na base Scopus foi realizada em fevereiro de 2019. Os critérios de inclusão utilizados foram os mesmos utilizados anteriormente:

- CI-3: Os 40 artigos mais citados que abordam o tema Sustentabilidade, evolução histórica, definição e Sustentabilidade na construção civil;

Posteriormente foram utilizadas as mesmas palavras-chave de telhado verde e Sustentabilidade *"green roof*"* ou *"vegetat* roof*"* ou *"living roof*"* e "*green building"* ou *"sustainab* building"* ou *"sustainab* construction"* para identificar a existência de artigos que de alguma maneira relacionassem os dois temas ao ponto de ser compreendido o telhado verde sob o viés da Sustentabilidade. A pesquisa na base de dados Scopus foi realizada em fevereiro de 2019. O critério de inclusão utilizado foi:

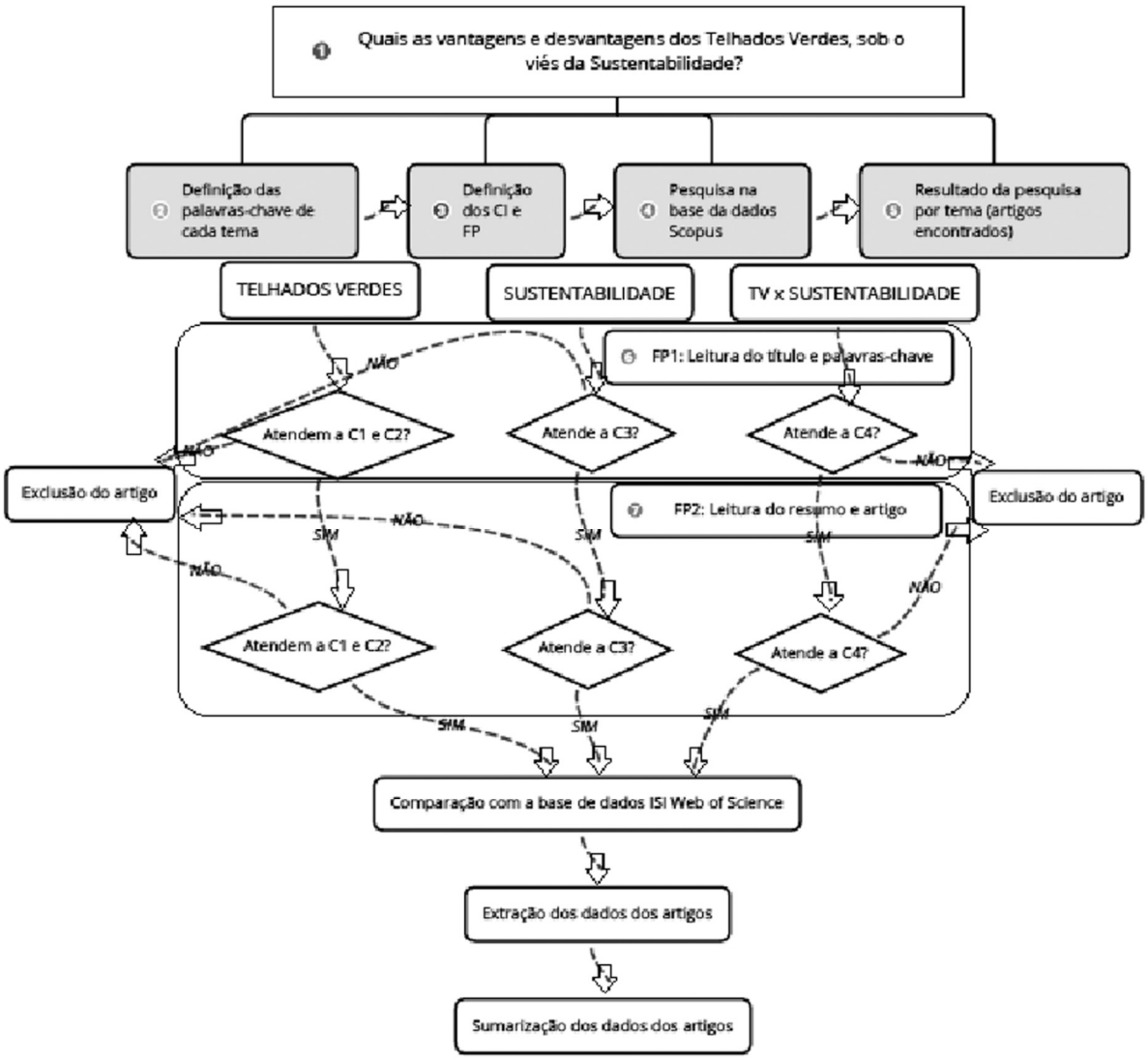
- CI-4: os 40 artigos mais citados que permitam identificar a ligação entre o telhado verde e a Sustentabilidade.

Para a aplicação do CI-3 e CI-4 foram utilizados os filtros de pesquisa FP1 e FP2.

Para garantir a abrangência da revisão, os resultados de busca encontrados no Scopus foram comparados – a partir da utilização das mesmas palavras-chave e critérios utilizados na base de dados Scopus – com os resultados de busca na base de dados ISI *Web of Science*, para que artigos importantes apresentados nesta última base de dados não fossem esquecidos.

Os artigos selecionados – que passaram pelos filtros de pesquisa – tiveram seus dados extraídos e sumarizados para possível utilização no desenvolvimento da dissertação. A Figura 19 representa o fluxograma da revisão bibliográfica sistemática.

Figura 19: Fluxograma da revisão bibliográfica sistemática



Fonte: a autora.

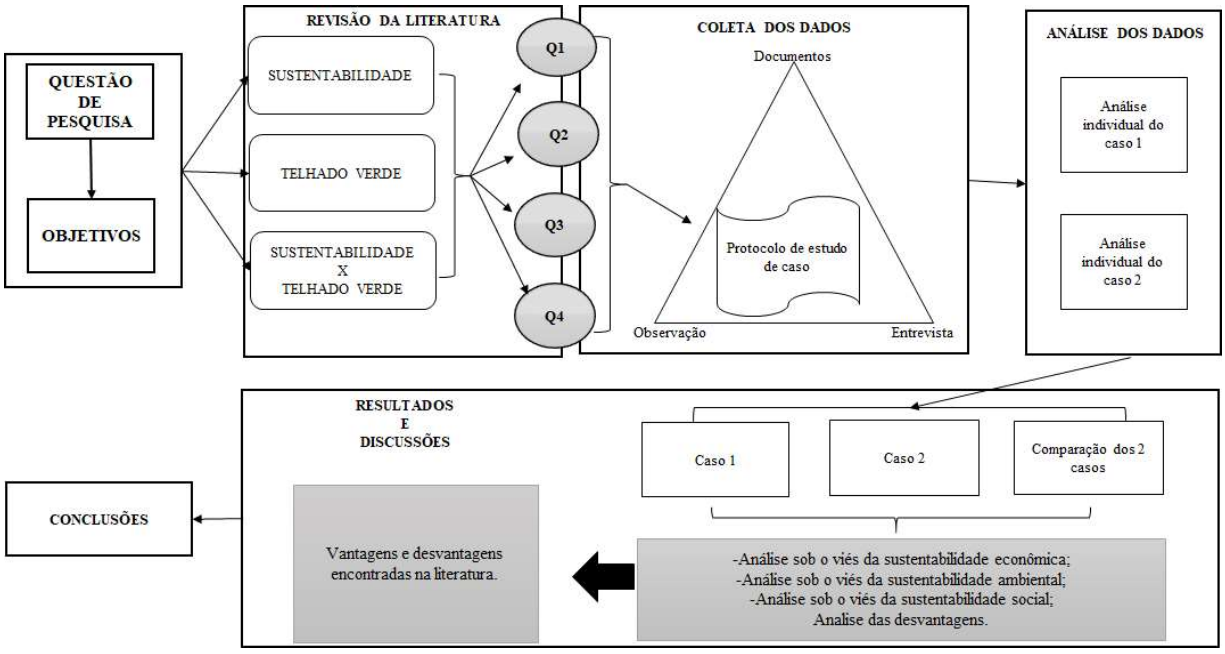
Para compreender melhor a evolução da relação do tema telhados verdes x sustentabilidade, foi efetuada uma análise bibliométrica, com o software VosViewer, da rede semântica e a rede de coautoria entre os autores com mais citações, com o objetivo de estabelecer a interação entre os mesmos, correlacionando as áreas de atuação e temas das pesquisas. Para isso foi utilizado o arquivo CSV, extraído da base de dados Scopus, com os 137 artigos encontrados.

3.2 Etapas de execução da pesquisa

O Quadro 3 demonstra o encadeamento do método adotado para o desenvolvimento da pesquisa. A partir da definição da questão de pesquisa - derivada

da identificação da lacuna de pesquisa na literatura - e dos objetivos foi definido que a revisão da literatura focaria em três temas específicos, dos quais foram extraídas e definidas quatro questões. Estas questões foram utilizadas na montagem do protocolo de estudo de caso, que serviu como base para a coleta de dados. Os dados coletados foram reunidos, analisados, discutidos e possibilitaram a realização de algumas conclusões.

Quadro 3: método adotado para o desenvolvimento da pesquisa



Fonte: a autora

A questão de pesquisa desta dissertação, como já apresentada, é a seguinte: “Quais são as vantagens e as desvantagens de um telhado verde no Brasil e em Portugal, sob o ponto de vista dos construtores e fundamentados pelos conceitos da sustentabilidade? ”. Pelo fato desta questão de pesquisa possuir características de investigação empírica e abrangente, de acordo com Yin (2010), o método mais apropriado para a sua execução é o estudo de caso, que é uma investigação empírica, que analisa um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto, principalmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são muito evidentes. Nesse tipo de investigação existem muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, assim contar com múltiplas fontes de evidências, cujos dados

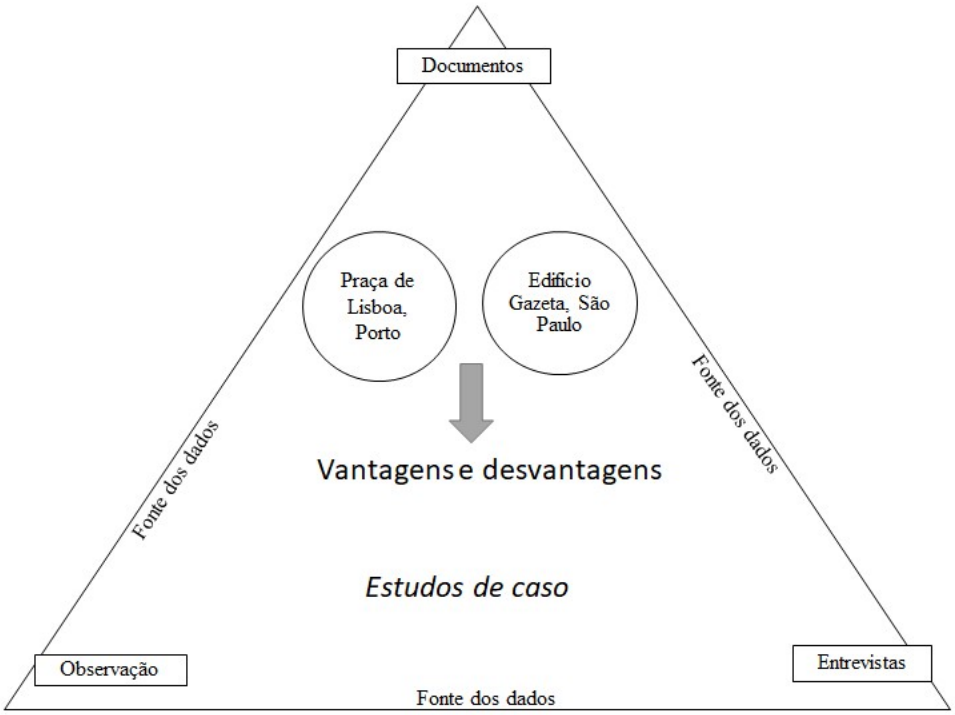
precisam convergir de maneira triangular. Nessa pesquisa as fontes de evidências foram: a entrevista, documentos e observação direta.

Ainda segundo Yin (2010), embora todos os projetos possam levar a estudos de caso bem-sucedidos, quando você tiver escolha (e recursos), é melhor preferir projetos de casos múltiplos a projetos de caso único. Projetos de casos múltiplos possuem vantagens e desvantagens distintas em comparação aos projetos de caso único. As provas resultantes de casos múltiplos são consideradas mais convincentes, e o estudo global é visto, por conseguinte, como sendo mais robusto (HERRIOTT & FIRESTONE, 1983).

Assim, a pesquisa estudou um telhado verde na cidade do Porto (Portugal) e um em São Paulo (Brasil). Para facilitar a comparação com o Brasil, foi escolhido Portugal por ser um país com clima e índice pluviométrico semelhantes.

A Figura 20 ilustra genericamente o método do estudo de caso que foi adotado. As fontes dos dados reúnem os 'documentos', que são as evidências físicas coletadas e/ou recebidas via e-mail; a observação, feita '*in loco*' e as informações transcritas das entrevistas efetuadas. Essa triangulação de dados de ambos os casos foi reunida e compilada, resultando vantagens e desvantagens de cada uma.

Figura 20: Método do estudo de caso



Fonte: elaborado pela autora

3.3 Objetos de estudo

O objeto de estudo do telhado verde em **Portugal**, classificado como intensivo, é uma praça com área de lazer aberta ao público e, abaixo dela, centro comercial, livraria e café. Denominada de Praça de Lisboa, ela está situada à Rua das Carmelitas, 151, na cidade do Porto. O objeto de estudo do telhado verde no **Brasil**, classificado como intensivo, é uma área de lazer aberta aos alunos de uma Universidade, construída no 3º andar do Edifício Gazeta, em São Paulo, situado à Avenida Paulista, 900. O edifício possui 14 andares e 68.000m² de área construída.

Para determinar o caso a ser estudado em Portugal, foram feitas várias visitas em coberturas verdes e optou-se pela mais emblemática e conhecida. Para o caso do Brasil, os responsáveis pelas coberturas verdes de interesse para estudo foram contatados via e-mail através de solicitação e autorização de visita e entrevista, sendo escolhida aquela com retorno positivo.

3.4. Procedimentos de coleta de dados

Para a coleta dos dados foi estipulado um protocolo de estudo de caso, para garantir a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos com as múltiplas fontes de evidências: entrevista, observação e documentos (GIBBERT; RUIGROK, 2010; YIN, 2010).

De acordo com Yin (2010), o protocolo contém o procedimento e regras gerais, essencial para estudos de caso múltiplos e aumenta a confiabilidade da pesquisa. O Quadro 4 apresenta o protocolo dos dados. Neste protocolo existem quatro seções: visão geral do estudo de caso; procedimentos de campo; categorias de análise e painel de dados necessários e, por fim, guia para apresentação dos resultados do estudo de caso.

Essas seções auxiliaram, de forma geral, para que o foco da investigação sobre o estudo de caso fosse mantido, além de ter ajudado a alinhar a coleta dos dados com a construção do capítulo de resultados e com o desenvolvimento do capítulo de discussões (YIN, 2010). Na seção “visão geral do estudo de caso”, são apresentadas a questão de pesquisa, objetivo geral, unidade de análise, o período de tempo da coleta dos dados, a validade externa e a lacuna de pesquisa. Esta seção do protocolo ajudou para que o escopo da pesquisa fosse lembrado durante a coleta dos dados,

além de facilitar explicações para os entrevistados e direcionar questões durante a entrevista.

A seção “procedimentos de campo” do protocolo definiu os procedimentos operacionais para antes, durante e depois da coleta de dados. Essa seção favoreceu a qualidade e eficiência da coleta dos dados. Na seção “categorias de análise e painel de dados necessários”, as questões são apresentadas e agrupadas de acordo com as categorias de análise. Essa seção foi muito útil, pois permitiu uma visão detalhada dos dados necessários de forma a organizá-los para a realização das análises dos resultados.

Na última seção, “guia para apresentação dos resultados de estudo de caso”, serviu literalmente como uma guia para que a coleta dos dados fosse realizada de maneira a facilitar a estruturação da apresentação dos resultados. Essa seção foi desenvolvida para agrupar os dados obtidos de acordo com o que foi previsto na seção “categorias de análise e painel de dados necessários” do protocolo de estudo de caso.

Quadro 4: Protocolo do desenvolvimento do estudo de caso

1. Visão geral dos estudos de casos
A) Questão de pesquisa “Quais são as vantagens e as desvantagens de um telhado verde no Brasil e em Portugal, sob o ponto de vista dos construtores e fundamentados pelos conceitos da sustentabilidade?”
B) Objetivo geral Identificar os benefícios e dificuldades no emprego das coberturas verdes.
C) Unidade de análise Telhados verdes
D) Período de tempo Cinco meses
E) Validade externa As descobertas podem ser generalizadas por meio da replicação do estudo de caso

F) *Lacuna de pesquisa*

Berardi *et al* (2014), afirmam que o uso de telhados verdes é uma abordagem eficiente para edifícios sustentáveis e encorajam cientistas e pesquisadores a se concentrarem na avaliação analítica dos benefícios usando abordagens interdisciplinares com análise conjunta de aspectos, assim como investigar a eficácia dos TV com vistas ao lado social. Da mesma forma, estudos com foco na aplicação de telhados verdes em países em desenvolvimento e construções vernaculares são necessários e maneiras de avaliar impactos econômicos devem ser incentivadas. Para GHAFFARIANHOSEINI *et al.* (2013) os telhados verdes são frequentemente identificados como uma estratégia valiosa para tornar os edifícios mais sustentáveis. Associar a sustentabilidade à construção civil para Al-Saleh e Taleb (2010), melhora o valor da construção no longo-prazo e ao mesmo tempo mostra o comprometimento na preservação dos recursos naturais para as gerações futuras. Dentro deste contexto, e após 40 anos da primeira conferência das Nações Unidas, Zhou *et al.* (2013) continuam a afirmar que um desafio para a sociedade mundial é chegar ao desenvolvimento sustentável. A gestão da sustentabilidade que busca o entendimento integral dos fenômenos exige uma estrutura que integre o desempenho ambiental e social com o desempenho econômico. Assim sendo, este trabalho tentará abordar, por meio de casos empíricos, se os telhados verdes possuem vantagens que se encaixam nos conceitos de sustentabilidade, mas também se existem desvantagens.

2. Procedimentos de campo

Comportamento e atividades do pesquisador ANTES, DURANTE e APÓS a coleta de dados *in loco.*

A) ANTES:	*B) DURANTE:*	*C) APÓS:*
• Confirmar data, horário, local das entrevistas/observações/recolhimento de documentos; • Anotar (quando existente) os procedimentos internos das empresas para apresentação e cadastramento na chegada para a realização das entrevistas (exemplo: recomendações de vestuário e documentos necessários); • Enviar com antecedência, por e-mail, possíveis necessidades ou recomendações aos entrevistados; • Ligar nas empresas na mesma semana da realização da entrevista para confirmar se houve mudança na agenda dos entrevistados, e assim saber se haverá necessidade de remarcar as entrevistas; • Preparar os recursos a serem utilizados na coleta de dados: gravadores, folhas de anotação, canetas, computador, máquina fotográfica, entre outros; • Revisar o roteiro de entrevistas e objetivos da pesquisa para que nada seja negligenciado durante as coletas dos dados.	• Fazer rápida apresentação da pesquisa aos entrevistados; • Anotar o nome e função dos entrevistados; • Pedir permissão para gravar as entrevistas e se for autorizado pelos entrevistados, gravar todas as entrevistas; • Seguir sempre o roteiro de entrevistas para que o foco seja mantido; • Fazer todo tipo de anotação necessária durante as entrevistas; • Garantir que sempre sejam obtidas evidências do que é relatado pelos entrevistados. Deve-se utilizar da observação e recolhimento de documentos para tal; • Registrar sempre o tipo de evidência obtida; • Copiar documentos que forem apresentados como evidência, mas que não possam ser levados pelo pesquisador. Sempre pedir autorização das empresas estudadas para tal; • Controlar a duração das entrevistas para que as mesmas não se alonguem mais do que o necessário.	• Agradecer aos entrevistados e as empresas pela participação da pesquisa; • Deixar meios de contato com a empresa e recolher o contato dos entrevistados (e-mail e telefone); • Reunir e armazenar de forma organizada todos os registros das entrevistas/observações/recolhimento de documentos.

3. Categorias de análise e painel de dados necessários

Categorias de análise	*Questões*	*Dados*	*Fontes dos dados*
A) Classificação das vantagens sob o viés da Sustentabilidade Ambiental	**Q1) Quais são as vantagens sob o viés da Sustentabilidade Ambiental?**	( ) desempenho energético; ( ) eficiência hídrica; ( ) reutilização de materiais; ( ) substrato orgânico; ( ) reaproveitamento de resíduo; ( ) monitoramento de gases de efeito estufa.	( ) Entrevista; ( ) Observação; ( ) Documentos.
B) Classificação das vantagens sob o viés da Sustentabilidade Econômica	**Q2) Quais são as vantagens sob o viés da Sustentabilidade Econômica?**	( ) tempo de construção; ( ) custo de projeto e de construção; ( ) custo operacional; ( ) custo de manutenção; ( ) custo de fim de vida; ( ) software de monitoramento de dados; ( ) controle financeiro de entrada e saída; ( ) custo de reforma; ( ) maior durabilidade da construção; ( ) durabilidade prevista do TV.	( ) Entrevista; ( ) Observação; ( ) Documentos.
C) Classificação das vantagens sob o viés da Sustentabilidade Social	**Q3) Quais são as vantagens sob o viés da Sustentabilidade Social?**	( ) conforto térmico, visual e bem-estar percebido; ( ) influência economia local; ( ) funcionabilidade e usabilidade do espaço físico (entretenimento, socialização, horta); ( ) estética percebida; ( ) acessibilidade a deficientes; ( ) aceitação e satisfação pública.	( ) Entrevista; ( ) Observação; ( ) Documentos.
D) Desvantagens	**Q4) Quais são as desvantagens?**		( ) Entrevista; ( ) Observação; ( ) Documentos.

4.Guia para apresentação dos resultados do estudo de caso	
A) Caracterização do caso estudado	• Localização; • Tamanho; • Clima e índice pluviométrico; • Certificação ambiental; • Lei, Norma de incentivo na cidade; • Mão-de-obra; • Tipo de telhado.
B) Sustentabilidade Ambiental	• Energia renovável? • Desempenho energético? • Eficiência hídrica? • Materiais regionais? • Gestão de resíduos? • Monitoramento de gases de efeito estufa?
C) Sustentabilidade Econômica	• Tempo de construção? • Custo de projeto e de construção?

	• Custos operacionais? • Custos de manutenção? • Custos de fim de vida? • Gestão integrada (software)? • Custos de reforma? • Aumento da durabilidade prevista do prédio? • Durabilidade prevista do TV?
D) Sustentabilidade Social	• Conforto térmico, visual e bem-estar percebido; • Influência na economia local? • Aproveitamento do espaço físico? • Percepção da população; • Acessibilidade? • Aceitação da comunidade?

Fonte: Elaborado pela autora baseado em Yin (2010).

As fontes de evidências utilizadas na pesquisa foram: entrevistas, observação direta e documentos, assim formando o que Yin (2010) classificou como triangulação das fontes de dados, sendo possível, dessa forma, obter uma convergência das evidências, o que contribuiu para garantir a qualidade da coleta e análise dos dados.

Baseado no mesmo autor, as entrevistas foram do tipo “focal”. Esse tipo de entrevista segue um roteiro com um conjunto determinado de questões (o roteiro das entrevistas encontra-se no Apêndice B) derivadas do protocolo de estudo de caso desta dissertação. As entrevistas realizadas duraram 30 minutos em média e foram gravadas. Elas foram realizadas com duas pessoas responsáveis pelos projetos dos telhados verdes, como mostra o Quadro 5.

Quadro 5: Entrevistados por estudo de caso

Empresa/Caso	Cargo dos entrevistados
Neoturf/Praça de Lisboa	Diretor
Sky Garden/Edifício Gazeta	Gerente de vendas

Fonte: Elaborado pela autora.

Na Neoturf foi entrevistado o diretor da empresa, responsável por todos os projetos e implantações das coberturas verdes. Na Sky Garden foi entrevistado o gerente de vendas, também responsável por todos os projetos e implantações das coberturas verdes.

Foram recolhidos documentos e também recebidos via e-mail (projetos e detalhamento técnico dos materiais) e realizada a observação direta, complementando dessa forma a triangulação das fontes de dados.

As fontes de evidências dos dados escolhidas apresentam alguns pontos fortes importantes, como cita Yin (2010): a entrevista focada (focal), por exemplo, permite que o foco nos tópicos de estudo de caso seja mantido. Enquanto os documentos apresentam os seguintes pontos fortes: os dados podem ser revistos repetidamente, não serão criados em consequência do estudo de caso e contêm descrições exatas de um evento em particular e ampla cobertura dos mesmos. A observação direta, por sua vez, apresenta a realidade, ou seja, cobre eventos em tempo real e cobre o contexto no qual o caso estudado está inserido.

3.5. Procedimentos de análise dos dados

A análise dos dados coletados ocorreu em dois momentos distintos. O primeiro momento consistiu na análise individual das coberturas verdes e, no segundo momento, foi feita uma análise conjunta de ambos.

O protocolo de estudo de caso, Quadro 4, serviu de guia para a realização das análises. Primeiramente, os dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa – ver seção “categorias de análise e painel de dados necessários” do protocolo de estudo de caso – foram extraídos dos dados obtidos com a realização das entrevistas, observações e dos documentos obtidos. Esses dados – obtidos com três fontes de evidências – foram reunidos de acordo com a capacidade deles de responder as quatro questões definidas na seção “categorias de análise e painel de dados necessários” do protocolo de estudo de caso. Especificamente para a fonte de evidência entrevista, a mesma foi adaptada dos indicadores de sustentabilidade adotados por Kamali (2017). As entrevistas foram transcritas (ver Apêndices C e D) e enviadas para cada entrevistado validar o seu conteúdo. Após a validação das transcrições pelos entrevistados, elas foram analisadas por meio de leitura e os trechos que poderiam servir para preencher o painel de dados necessários foram agrupados em relação às categorias de análise da seção “categoria de análise e painel de dados necessários”. Esse processo foi facilitado porque o questionário foi montado com base no protocolo de estudo de caso (Ver Apêndice B). As observações realizadas foram resumidas em anotações, e essas anotações foram lidas e agrupadas pelas categorias de análise, considerando a capacidade delas de responder às questões da seção “categorias de análise e painel de dados necessários”. Da mesma maneira, os documentos obtidos foram analisados e os

conteúdos identificados foram agrupados nas categorias de análise, respondendo às questões da seção “categoria de análise e painel de dados necessários” do protocolo de estudo de caso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussões da pesquisa. Primeiramente, os resultados são apresentados com enfoque na revisão de literatura, vantagens e desvantagens dos telhados verdes e, na sequência, caracterização e análise dos resultados dos estudos de caso investigados.

4.1 Dimensões ambiental, econômica e social dos telhados verdes

Os artigos encontrados para cada um dos três temas são apresentados nos quadros 6, 7, 8 e 9. Nos Quadros 6 e 7 são apresentados os 40 artigos mais citados de telhado verde e os 10 mais citados entre 2017 e 2019. Os quadros que apresentam os artigos de telhado verde demonstram a relação entre este e seus temas específicos abordados dentro do contexto de telhado verde. Para chegar a esses temas foram considerados os objetivos declarados de cada artigo, a identificação dos temas específicos, e depois esses temas foram agrupados aos seus semelhantes, criando-se assim um rol de temas específicos para que os artigos pudessem ser relacionados. Os grupos de temas específicos identificados foram: abordagem integrada; espécies de plantas/substrato; ilhas de calor (UHI); poluição; gestão de águas pluviais; biodiversidade; desempenho térmico/energético; efeito acústico e aspecto visual.

Quadro 6: Os 40 artigos mais citados de telhado verde

Autores / ano	Citações	Abordagem integrada	Espécies de plantas/substrato	Ilhas de calor (UHI)	Poluição	Gestão de águas pluviais	Biodiversidade	Desempenho térmico/energético	Efeito acústico	Aspecto visual
Vanstockem *et al.* (2018)	11									x
Abhijith *et al.* (2017)	44						x			
Lepczyk *et al.* (2017)	22						x			
Makmoud *et al.* (2017)	14							x		
Akbari *et al.* (2016)	85			x						
Elliott *et al.* (2016)	15					x				
Sharma *et al.* (2016)	43			x						
Taleghani *et al.* (2016)	41			x						
William *et al.* (2016)	17	x								
Djedjig *et al.* (2015)	19			x						
Li *et al.* (2015)	41			x						
Lundholm (2015)	45	x								
Raimondo *et al.* (2015)	15		x							
Stovin *et al.* (2015)	34					x				
Yaghoobian e Srebric (2015)	20					x				
Zhao *et al.* (2015)	19			x						
Ambrosini *et al.* (2014)	39			x						
Carbone *et al.* (2014)	12					x				
Lehmann (2014)	25			x						
Li e Yeung (2014)	28	x								
Li *et al.* (2014)	114			x						
Williams *et al.* (2014)	52						x			
Young *et al.* (2014)	33		x							
Carson *et al.* (2013)	77					x				
De Munck *et al.* (2013)	12							x		
Dvorak e Volder (2013)	14		x							
Lin *et al.* (2013)	29							x		
Peng e Jim (2013)	68			x						
Yio *et al.* (2013)	25					x				
Speak *et al.* (2012)	92				x					
Jim (2012)	27							x		
Morau *et al.* (2012)	22							x		
Veisten *et al.* (2012)	31								x	
MacIvor *et al.* (2011)	34		x							
Lundholm *et al.* (2010)	138		x							

Palla *et al.* (2010)	47					x				
Roehr e Kong (2010)	26					x				
Sendo *et al.* (2010)	16		x							
Bates *et al.* (2009)	12					x				
Oberndorfer *et al.* (2007)	491	x								

Fonte: autora (com base na revisão bibliográfica sistemática).

O artigo mais citado, dos autores Oberndorfer *et al.* (2007), com 491 menções, possui abordagem integrada, e analisa os serviços ecossistêmicos das coberturas verdes, seguido de Lundholm et.al (2010), com 138 menções, que analisa o papel da composição e diversidade de espécies vegetais na melhoria das funções do ecossistema. Os assuntos mais comentados foram as ilhas de calor, com 10 menções, seguido de gestão de águas pluviais, com 9 menções e espécies de plantas/substrato, com 6 menções.

Quadro 7: Os 10 artigos mais citados de telhado verde de 2017 a 2019

Autores / ano	**Citações**	**Abordagem integrada**	**Espécies de plantas/substrato**	**Ilhas de calor (UHI)**	**Poluição**	**Gestão de águas pluviais**	**Biodiversidade**	**Desempenho térmico/energético**	**Efeito acústico**	**Aspecto visual**
Herrera *et al.* (2018)	5					x				
Shafique *et al.* (2018)	6					x				
De Ville *et al.* (2017)	11					x				
Dusza *et al.* (2017)	8		x							
Khan e Asif (2017)	5							x		
Mesimäki *et al.* (2017)	6									x
Solcerova *et al.* (2017)	13			x						
Stovin *et al.* (2017)	21					x				
Zhao *et al.* (2017)	6			x						
Evola *et al.* (2016)	6			x						

Fonte: a autora (com base na revisão bibliográfica sistemática).

Entre os artigos mais citados entre 2017e 2019, os autores Stovin *et al.* (2017) se destacam com 21 menções, em que os mesmos fazem análise do desempenho de

detenção das águas pluviais. Os assuntos mais comentados foram a gestão de águas pluviais, com 4 menções, e ilhas de calor, com 3 menções.

No Quadro 8 são apresentados os 40 artigos mais citados sobre Sustentabilidade, identificados na base de dados. Os principais são: Asdrubali, Mickaityte, Wong e Fan, Etheridge, Scofield e Berges *et. al*.

Quadro 8: Os 40 artigos mais citados de Sustentabilidade

Autores	Citações
Arif et al (2016)	53
Hager et al (2016)	29
Assi (2016)	26
Asdrubali et al (2015)	123
Pavan Kumar e Bhimasingu (2015)	43
Middel et al (2015)	41
Allen et al (2015)	30
Asdrubali et al (2014)	51
Zhao e Guo (2014)	40
De Schepper (2014)	36
Weibenberger et al (2014)	34
Waris et al (2014)	30
Calvo et al (2014)	26
Schweber e Haroglu (2014)	25
Wong e Fan (2013)	88
Scofield (2013)	78
Samari et al (2013)	49
Thiel (2013)	39
Bal et al (2013)	37
Serpell et al (2013)	34
Ferone et al (2013)	28
Cole (2012)	45
Lu et al (2012)	28
Etheridge (2011)	84
Komnitsas (2011)	74
Sunakorn e Yimprayoon (2011)	39
Dutil et al (2011)	37
Franzoni (2011)	34
Berges et al (2010)	78
Bragança et al (2010)	72
Joseph e Tretsiakova-Mc Nally (2010)	44
Lei Voo e Foster (2010)	26
Ahn et al (2010)	26
Rees (2009)	54
Fuerst (2009)	35
Venkatarama Reddy (2009)	34
Mickaityte et al (2008)	108
Lee e Kim (2008)	39
Nielsen e Glavind (2007)	30
Horman et al (2006)	48

Fonte: autora (com base na revisão bibliográfica sistemática).

Por fim, o Quadro 9 apresenta os 40 artigos mais citados encontrados na base de dados e que relacionam telhado verde e a Sustentabilidade.

Quadro 9: Os 40 artigos mais citados que relacionam telhado verde e Sustentabilidade

Autores	Citações
Mayrand e Clergeau (2018)	3
Kazemi e Mohorko (2017)	6
Welsh-Huggins e Liel (2017)	5
Vijayaraghavan (2016)	80
Coma et al (2016)	48
Cubi et al (2016)	13
Telichenko et al (201)	5
Conti et al (2016)	4
Zaremba et al (2016)	4
Korol e Shushunova (2016)	4
Vijayaraghavan e Joshi (2015)	12
Jim (2015)	7
Rakotondramiarana et al (2015)	7
Berardi et al (2014)	184
Feng e Hewage (2014)	26
Coma et al (2014)	13
Malcolm et al (2014)	12
Wadzuk (2013)	24
Samer (2013)	22
Nagengast et al (2013)	17
Kok et al (2013)	8
Aly et al (2013)	7
Omar et al (2013)	6
Bianchini e Hewage (2012)	70
Fortunato et al (2012)	42
Pérez et al (2012)	41
Butler et al (2012)	33
Vila et al (2012)	24
Liu et al (2012)	21
Zhao e Srebic (2012)	21
Behn (2012)	13
Freeborn et al (2012)	7
Gould e Caplow (2012)	6
Chang et al (2011)	55
Sheng et al (2011)	6
Fioretti et al (2010)	163
Lynch e Dietsch (2010)	6
Komisar et al (2009)	7
Carter e Keeler (2008)	158
Calkins (2005)	24

Fonte: autora (com base na revisão bibliográfica sistemática).

O artigo mais citado, dos autores Berardi *et al.* (2014), com 184 menções, faz uma revisão interdisciplinar para mostrar os benefícios dos telhados verdes. O segundo mais citado, autores Fioretti *et al.* (2010), com 163 menções, aborda o desempenho do telhado verde relacionado à energia e à água.

Todos os artigos listados serviram para estudar e aprofundar o conhecimento sobre os temas apresentados, com sua leitura integral ou parcial, sendo que dentre eles foram selecionados os artigos considerados como mais adequados para a apresentação de uma base teórica coerente com a questão de pesquisa e os objetivos propostos.

No Apêndice E é apresentada a sistematização das contribuições de pesquisa dos dez artigos mais citados de cada um dos temas desenvolvidos na presente pesquisa.

4.2 Análise bibliométrica

A primeira análise realizada é referente à rede semântica com evolução das palavras mais mencionadas ao longo dos anos, que permite compreender o desenvolvimento dos assuntos abordados e otimizar a precisão dos resultados. A seleção foi feita conforme Tabela 4.

Tabela 4: Critérios de seleção da rede semântica no VosViewer

Title and abstract fields
Binary counting
Minimum number of occurrences of a term: 8
Number of terms to be selected: 52
Exclusão de termos não relevantes, como: work, medium, addition, order, part, site, term, concept, increase, project, etc.

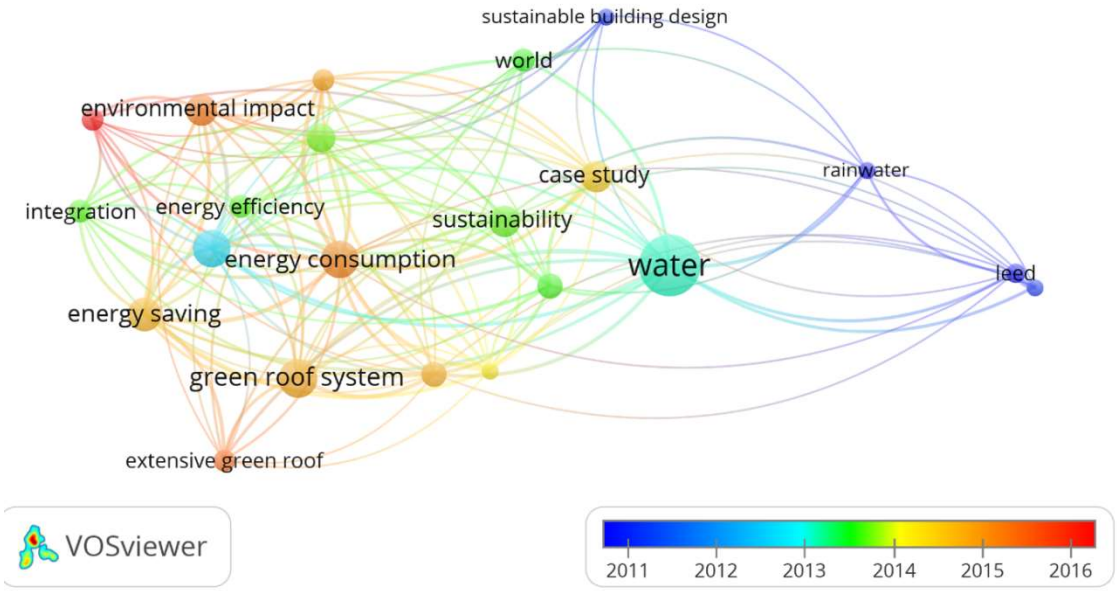
Fonte: a autora.

Conforme a Figura 21, nota-se que por volta de 2011 aparece o termo Leed, que é uma certificação para construções sustentáveis, que avança fortemente em 2013 com a palavra *water*, e relaciona que em 2012 houve a Conferência das Nações

Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, em que um dos pontos discutidos foi como têm sido usados os recursos naturais.

Enquanto que em 2014, o destaque vai para a palavra sustentabilidade, que torna evidente a importância do assunto, seguido de integração, visível que une todos os assuntos num contexto holístico, seguindo com os termos eficiência energética, economia de energia, consumo de energia, sistema de telhado verde, finalizando, com a expressão impacto ambiental, o que deixa claro que a discussão mais relevante, atualmente, são as consequências ambientais.

Figura 21: Rede semântica de palavras em ordem cronológica



Fonte: VosViewer.

A segunda análise realizada refere-se à rede de coautoria, conforme seleção de critérios da Figura 22.

Figura 22: Critérios de seleção da rede de coautoria no VosViewer

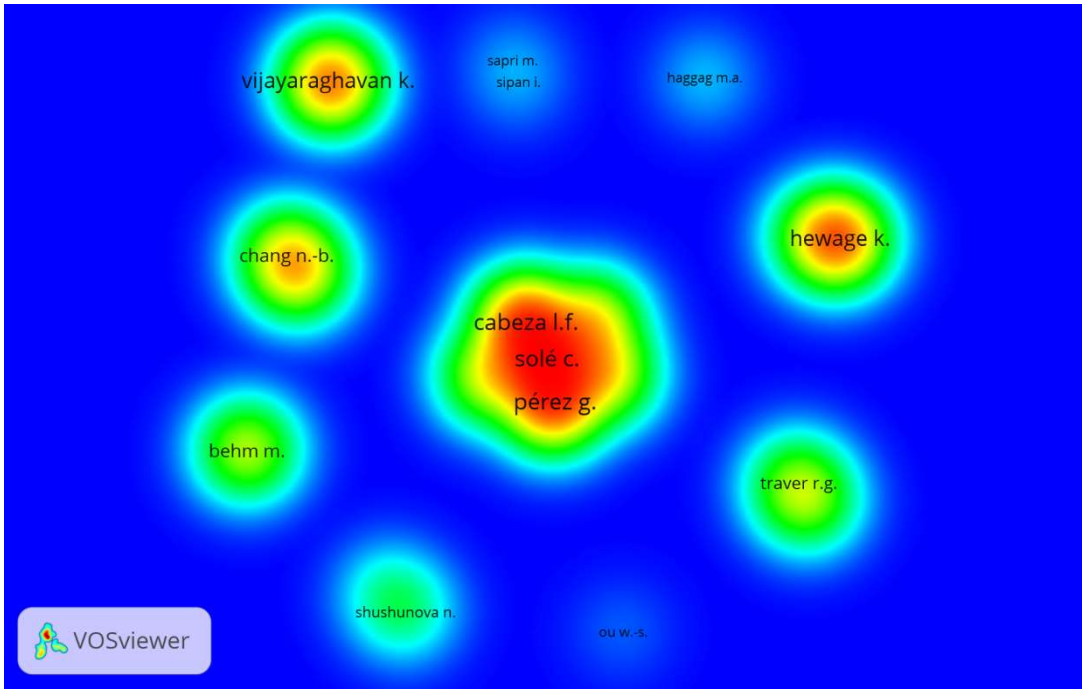
Type of analysis: co-authorship
Unit of analysis: authors
Counting method: full counting
Minimum number of documents of an author: 2

Fonte: a autora.

A análise da densidade da rede de cocitação dos autores permitiu uma visão ampla das interações e colaborações que ocorrem entre os mesmos. A rede é representada por circunferências, segundo as quais, quanto maior for o diâmetro e seu interior vermelho, mais representativo é aquele autor em relação ao número de citações e cocitações que seus artigos recebem, e permite visualizar o impacto de seus artigos e relações com os demais autores da rede.

Conforme a Figura 23, é possível observar que a rede apresenta densidade de forma esparsa, ou seja, poucas ligações entre os autores, mas com algumas ilhas mais fortemente ligadas. Dentre os autores com mais de 2 publicações, foram identificados como os mais citados: Cabeza, Solé, Pérez, Hewage, Vijayaraghavan e Chang.

Figura 23: Densidade da rede de cocitação de autores



Fonte: Vosviewer.

4.3 Vantagens e desvantagens identificadas na análise bibliográfica

O Quadro 11 reúne as vantagens das coberturas verdes encontradas nos artigos selecionados. Elas foram classificadas com base nos indicadores de sustentabilidade adotados por (Kamali, 2017), conforme Quadro 10 e agrupadas pelas dimensões: ambiental, econômica e social.

Quadro 10: Classificação dos indicadores de sustentabilidade

Dimensão Ambiental	**Dimensão Econômica**	**Dimensão Social**
(1) MITIGAÇÃO DAS ILHAS DE CALOR	(1) TEMPO DE CONSTRUÇÃO	(1) CONFORTO TÉRMICO/BEM-ESTAR
(2) UTILIZAÇÃO DE PLACA SOLAR	(2) CUSTOS	(2) AUMENTO DA ECONOMIA LOCAL
(3) EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	(3) GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS	(3) DESENVOLVIMENTO SOCIAL/HORTA
(4) GERENCIAMENTO DE AGUAS PLUVIAIS	(4) DURABILIDADE DO TELHADO	(4) ESTÉTICA
(5) UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS	(5) CONSERVAÇÃO DO PRÉDIO	(5) ACESSIBILIDADE
(6) GESTÃO DE RESÍDUOS		(6) MANIFESTAÇÃO PÚBLICA
(7) MINIMIZAÇÃO DA EMISSÃO DE GÁS DE EFEITO ESTUFA		
(8) MAXIMIZAÇÃO DA BIODIVERSIDADE		
(9) MITIGAÇÃO DA POLUIÇÃO DO AR		
(10) MITIGAÇÃO DA POLUIÇÃO SONORA		

Fonte: a autora com base nos indicadores de sustentabilidade (Kamali,2017)

Quadro 11: Vantagens das coberturas verdes encontradas na análise dos artigos selecionados

Autores/Ano	Dimensão Ambiental	Dimensão Econômica	Dimensão Social
Oberndorfer *et al.* (2007)	1, 3, 4, 8, 10	4	3,4
Lundholm *et al.* (2010)	4	4	
Li *et al.* (2014)	1		
Speak *et al.* (2012)	9		
Wang *et al.* (2013)	1		
Akbari *et al.* (2016)	1, 7, 9		
Carson *et al.* (2013)	4		
McGuire *et al.* (2013)	8		
Peng e Jim (2013)	1		1
Williams *et al.* (2014)	8		
Taleb (2014)	3		1
Palla *et al.* (2010)	4, 9		
Lundholm (2015)	8		
Abhijith *et al.* (2017)	9		
Sharma *et al.* (2016)	1		1
Taleghani *et al.* (2016)	1		
Li *et al.* (2015)	1		
Ambrosini *et al.* (2014)	1		1
Stovin *et al.* (2015)	4		
Trinh e Chui (2013)	4		
Lin *et al.* (2013)	3		
Villarreal (2007)	1		
Li e Yeung (2014)	1, 3,4, 8, 9		
Jim (2012)	1		
Roehr e Kong (2010)	4		
Lehmann (2014)	1		
Yio *et al.* (2013)	4		
Morau *et al.* (2012)	3		
Stovin et. al (2017)	4		
Yaghoobian e Srebric (2015)	3		
Djedjig *et al.* (2015)	1		
Zhao *et al.* (2015)	1, 3		
William *et al.* (2016)	3	2	
Elliott *et al.* (2016)	4		
Raimondo *et al.* (2015)	4		
Karczmarczyk (2014)	4		
Mahmoud *et al.* (2017)	3		
Castleton *et al.* (2010)	3		
Cubi *et al.* (2016)	3		
Coma *et al.* (2014)	3, 5		

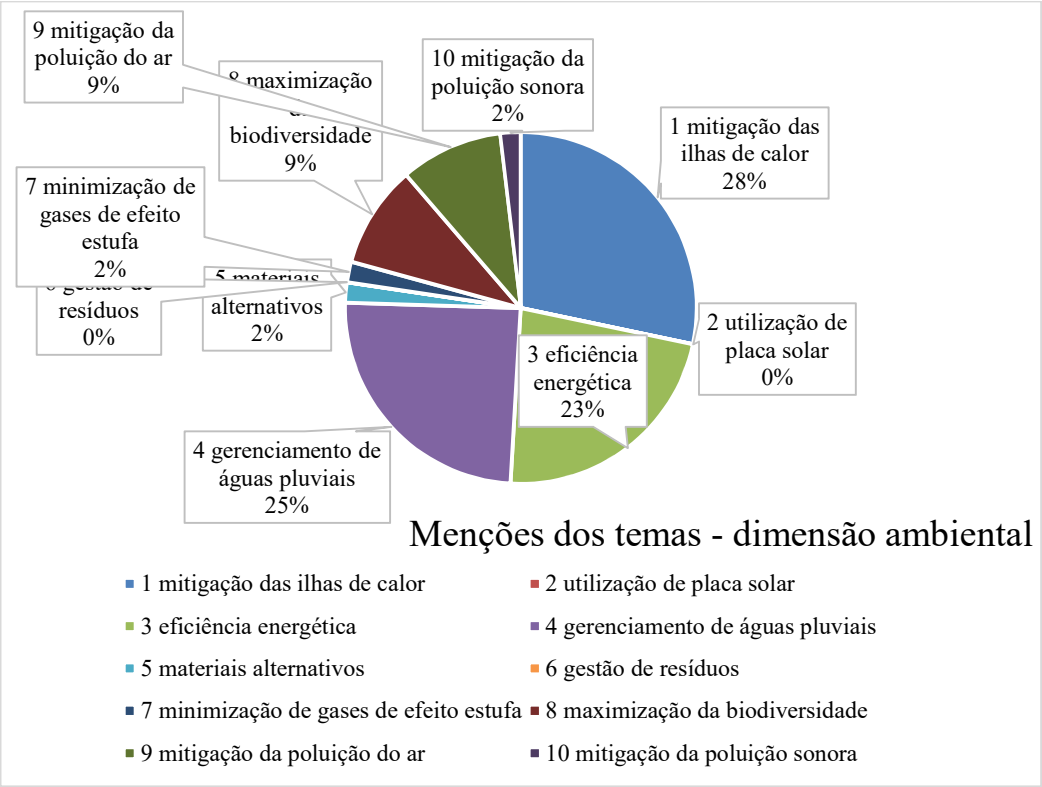
Fonte: a autora.

A análise percentual da **dimensão ambiental** mostra que os 3 temas mais discutidos são as ilhas de calor (UHI), com 28%; gerenciamento de águas pluviais com 25% e eficiência energética com 23%, conforme Gráfico 1.

As vantagens e as desvantagens dos indicadores de sustentabilidade da dimensão ambiental encontradas na revisão dos artigos estão relacionadas abaixo. Importante mencionar que as vantagens de alguns indicadores de uma dimensão podem sobrepor à outra dimensão, pois são complementares nos seus efeitos e resultados.

Em relação às ilhas de calor, no contexto das mudanças climáticas globais e locais, o efeito intensificador da UHI e o estresse térmico pedem a introdução de vegetação para trazer melhoria do clima e um ambiente urbano mais confortável (YAGHOOBIAN e SREBRIC, 2015). Com o efeito de resfriamento natural através da evapotranspiração (CASTLETON, 2010), os telhados verdes surgem como uma estratégia para mitigação das ilhas de calor urbanas (LEHMAN, 2014), com efeitos mais pronunciados em coberturas mais baixas (PENG e JIM, 2013).

Gráfico 1: Análise percentual da Dimensão ambiental



Fonte: a autora.

Importante conservá-los úmidos para manter o resfriamento espacial, melhorar os microclimas e também para proteção térmica do telhado (SOLCEROVA, 2017). A redução da temperatura do ar nos arredores pode gerar economia de energia com um menor uso do ar condicionado (RODRIGUES VIEIRA *et al.*, 2016), principalmente em climas mais quentes e minimizar as emissões de gases de efeito estufa (PENG e JIM, 2013); (CUBI *et al*, 2016). A necessidade de verificação do clima da região torna-se uma variável a ser estudada, pois em locais muito secos a irrigação faz-se necessária (OBERNDORFER, 2007), mas aumenta o custo e o consumo de água (WILLIAM *et al.*, 2016).

Para o gerenciamento das águas pluviais, verificou-se nesse estudo que é possível reaproveitar a água escoada das coberturas verdes, atravpes de captação e armazenamento do volume das precipitações para fins não potáveis, como lavagem de calçada e descarga em banheiros, e contribuir para aumentar a economia e minimizar consumo de recurso natural. Essa retenção reduz a quantidade de água escoada para o solo, ocasionando acúmulos superficiais e problemas com enchentes

e contaminação de rios e córregos e quanto menor a inclinação do telhado, maior é a retenção (PERUSSI e DA SILVA VECCHIA, 2016). Os telhados verdes possuem uma capacidade máxima de retenção de água de acordo com a profundidade do substrato, do tamanho da área e do volume de chuvas (FEITOSA e WILKINSON, 2016) e do tipo de plantas (RAIMONDO *et al.*, 2015), mas os resultados ainda são contraditórios devido às condições de estudo serem parcialmente diferentes, design diferente dos telhados e em curtos períodos de tempo (BERNDTSSON, 2010).

Com relação à retenção de poluentes, os autores Speak *et al.* (2012) comentam que as coberturas verdes não são tão eficazes quanto as árvores e paredes verdes, pois são horizontais e a fonte veicular de poluição fica ligeiramente afastada dos telhados. Para melhor aproveitamento desse benefício, a cobertura verde deve ser localizada o mais próximo possível dessa fonte, aumentar a rugosidade das plantas e possuir substrato mais profundo, como no tipo de cobertura intensiva, ainda que custos mais altos de instalação e de manutenção estejam associados a esse tipo.

Para a escolha das plantas de uma cobertura verde, Li e Yeung (2014) informa que há necessidade de tomar alguns cuidados como análise do clima local e do tipo de cobertura verde, já que as raízes possuem tamanhos diferentes e a profundidade do substrato torna-se muito importante, além das plantas nativas serem as mais preferidas.

As coberturas verdes podem contribuir para a maximização da biodiversidade, mas não é garantido possuir as mesmas comunidades ecológicas existentes ao nível do solo. As coberturas do tipo intensivas podem possuir maior biodiversidade, uma vez que possuem maior variedade de espécies de plantas (WILLIAMS *et al.*, 2014); (LUNDHOLM, 2015), assim como a mistura de alguns grupos de plantas superam as monoculturas para captação de água, evapotranspiração e redução de temperatura (LUNDHOLM, 2010).

A utilização de painéis fotovoltaicos seria uma ótima combinação para aumentar o benefício das coberturas verdes com o uso de energia renovável (OBERNDORFER, 2007), mas ainda há burocracia em torno dessas tecnologias e também receio das pessoas por inovações (LEHMANN, 2014).

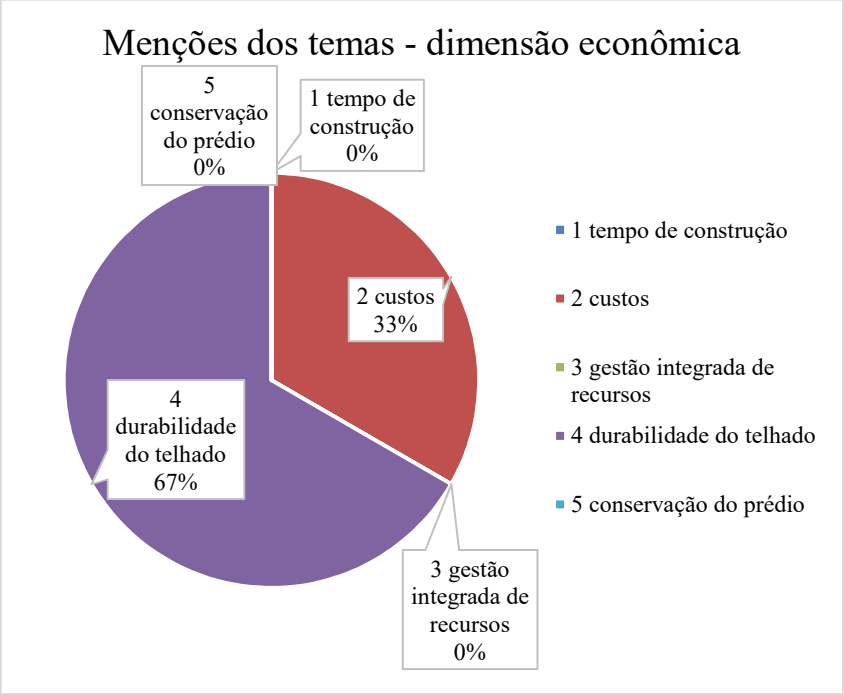
Outra contribuição é a drenagem, por isso a importância de se criar materiais alternativos com gestão de resíduos. No Brasil, foram desenvolvidos dois substratos à base de bagaço de cana-de-açúcar e de fibras de coco verde (EACH-USP, 2019) e em Portugal, outro material natural produzido a partir de resíduos, a cortiça, foi testado

e aprovado em substituição à camada de drenagem das coberturas verdes onde normalmente se utiliza plástico (TADEU *et. al,* 2019). Na Espanha, testes foram feitos com migalhas de borracha reciclada em substituição à camada de drenagem e os resultados foram igualmente eficazes em comparação ao sistema tradicional (COMA *et al*, 2014).

Os telhados verdes ainda reduzem a poluição sonora ao absorver as ondas sonoras fora dos edifícios e impedir a transmissão interna (DUNNETT e KINGSBURY, 2004).

Na **dimensão econômica** o assunto mais comentado foi a durabilidade do telhado, com 67%, seguido de custos, com 33%, conforme Gráfico 2.

Gráfico 2: Análise percentual da Dimensão Econômica



Fonte: a autora.

Como fator de durabilidade do telhado e conservação do prédio, é necessário, segundo Li e Yeung (2014), obter uma maior diminuição das amplitudes térmicas internas e menor fluxo de calor, tanto de dentro para fora como de fora para dentro, deve-se ter uma maior espessura do substrato (CASTLETON, 2010) e espécies de plantas com maior área de cobertura foliar horizontal, com plantas mais altas, e de

maior taxa de transpiração (COMA *et al*, 2014); (PERUSSI e DA SILVA VECCHIA, 2016).

No tocante aos custos, apesar de um investimento significativo em relação ao telhado convencional, custos com manutenção, restrições técnicas, mão de obra, tipo de sistema escolhido, etc (GEDGE e FRITH, 2004), o retorno do investimento de um telhado verde é em longo prazo, já que proporciona, principalmente, poupança energética, de água e vida mais longa para as estruturas das edificações, além da redução de impactos ao meio ambiente. De qualquer forma, torna-se difícil determinar o real custo-benefício do sistema, mas que, segundo Bianchini e Hewage (2012), deveriam ser analisadas com mais cuidado, e considera os benefícios sociais imediatos como contato visual com a vegetação, satisfação das pessoas, marketing verde, aumento do espaço comunitário e melhor habitabilidade das cidades.

Em uma cobertura verde a camada mais importante e dispendiosa é a impermeabilização (GEDGE e FRITH, 2004) e ela previne as coberturas da perfuração por raízes de plantas e da infiltração por águas pluviais.

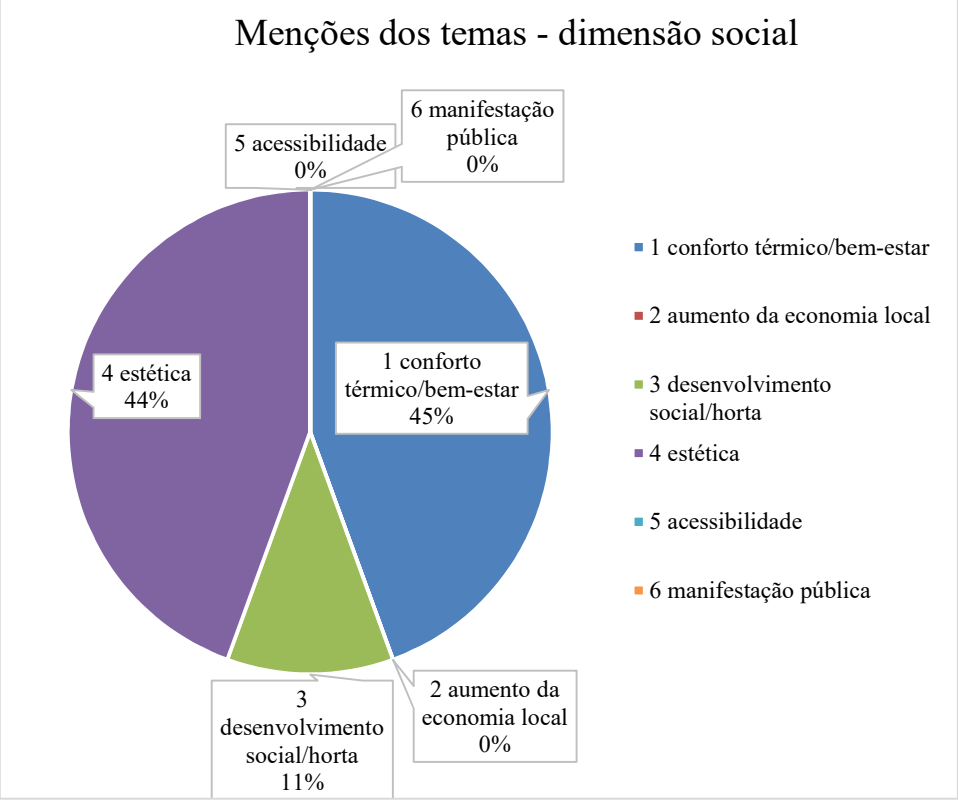
Para realizar o dimensionamento estrutural da cobertura verde deve-se levar em conta vários fatores. Conforme Bianchini e Hewage (2012) são eles: peso total da cobertura, substrato em estado de saturação de água, cargas permanentes e carga da vegetação, não podendo também ultrapassar o valor admissível das cargas concentradas, seja por transportes de pesos ou por armazenagem de materiais sobre a cobertura no período de construção. Ações especificas são necessárias em locais onde possuem fortes ventos, a fixação das camadas da base deve ser certificada para que não ocorra o levantamento da mesma pela a ação de fatores climáticos, e assim, evitar despesas extras.

Ainda segundo os mesmos autores, a manutenção e a eliminação final do telhado verde, caso necessite, envolvem custos extras que muitas vezes não são contabilizados. O do tipo intensivo necessita de manutenção mais frequente, que pode ser até mensal, e do tipo extensivo necessita de manutenção uma vez ao ano.

Apesar das vantagens dos telhados verdes, WILKINSON *et al.* (2015) mencionam que as pessoas podem entender que os custos despendidos na instalação e manutenção são altos demais para os benefícios obtidos.

Na análise da **dimensão social**, a maior menção foi conforto térmico/bem-estar percebido, com 45%, seguido de estética, com 44%, conforme Gráfico 3.

Gráfico 3: Análise percentual da Dimensão Social



Fonte: a autora

Em relação ao conforto térmico, apesar dos telhados brancos ou frios possuírem um albedo, ou seja, poder de reflexão da luz solar, maior que os telhados verdes, esses são mais baratos e fáceis de implementar, além de não possuir certos benefícios como por exemplo, a melhoria da qualidade do ar, redução do pico das águas pluviais, além de não possuir solo, que aumenta o resfriamento do telhado (OBERNDORFER, 2007); (SHARMA *et al*, 2016). Quanto maior o efeito albedo, menor a temperatura da superfície e maior conforto térmico, aumentando assim a vida útil do telhado (LI e YEUNG, 2014). Devido a esses resultados, as coberturas verdes, se acessíveis, podem fornecer espaços recreativos ao ar livre, até como forma de melhorar a saúde e a qualidade de vida da população (PENG e JIM, 2013).

A agricultura urbana também é utilizada na cobertura verde. A produção de alimentos pode trazer benefícios econômicos e educacionais para os moradores urbanos (DUNNETT e KINGSBURY, 2004).

De forma geral, existem outras vantagens e desvantagens, que são apresentadas na Tabela 5.

Para Townshend (2007) e Peck e Callaghan (1999), as coberturas verdes apresentam vários benefícios diretamente relacionados com a correta construção e instalação dos sistemas de coberturas, e, consequentemente, surgem desvantagens associadas a cada tipo de cobertura, conforme Tabela 5.

Tabela 5: Vantagens e Desvantagens dos tipos de Coberturas Verdes

Tipos de coberturas	Vantagens	Desvantagens
Extensivo	- Baixa densidade superficial - Baixa manutenção e tempo de vida útil - Baixa necessidade de irrigação - Apropriado para renovação de coberturas - Baixo custo de instalação e manutenção - Aplicável a grandes áreas - Adequado a coberturas com declives de 0 a 30º - A vegetação pode desenvolver-se espontaneamente - Facilidade na remoção de cobertura, bem como obtenção da aprovação do projeto	- Escolha de espécies limitada - Menor acessibilidade para usos como espaços de jardim, entre outros - Pode ser pouco atrativo visualmente em épocas secas - Menos eficiência na retenção de águas pluviais - Altura do substrato pouco adequado para picos de chuva mais agressivos, podendo provocar consequências graves no sistema instalado
Intensivo	- Permite maior diversidade de utilização (recreio, cultivo, lazer) - Maior diversidade de plantas e habitats - Maior capacidade de isolamento, eficiência energética e retenção de águas - Capacidade para simular jardins exteriores - Mais vantagens estéticas, mais atrativo	- Custo relativamente mais alto - Geralmente não adequado para retrofit de telhado - Necessidade de sistemas de irrigação (consumo de água) e drenagem

Fonte: a autora – adaptado de Townshend, (2007) e Peck e Callaghan (1999).

Tolderlund (2010) comenta que as principais anomalias construtivas das coberturas verdes são:

- Deficiências na concepção e instalação da solução construtiva ou em pontos únicos;
- Dimensionamento incorreto do sistema de drenagem;
- Falta de manutenção e limpeza do sistema de drenagem;

- Deficiente funcionamento do sistema de rega;
- Aplicação incorreta de sistemas de suporte dos equipamentos mecânicos, painéis solares, de árvores, entre outros;
- Manutenção de forma incorreta.

Uma principal desvantagem é a carga exercida sobre a estrutura de suporte, e as consequentes implicações nos custos finais. Gedge e Frith (2004), afirmam que qualquer inclusão de caráter paisagístico numa cobertura terá implicações de carga que deverão ser usadas para o cálculo estrutural. Para Dunnett e Kingsbury (2008), o telhado verde deve ser instalado com elevados padrões de qualidade, principalmente no que diz respeito à membrana de impermeabilização, pois qualquer reparação ou substituição impõe custos adicionais elevados.

Segundo Bianchini e Hewage (2012), há necessidade de se pensar que a eliminação das camadas de uma cobertura no seu fim de vida é feita, basicamente, na deposição em aterro sanitário. O meio de cultivo pode ser reutilizado noutro fim e a camada vegetal biodegrada rapidamente. Os polímeros são o principal problema, pois seu processo de degradação é lento. A utilização de materiais reciclados pode ser uma forma de redução da pegada ecológica.

Farrall e Costa (2011) enumeram possíveis anomalias que ocorrem nos sistemas de coberturas verdes e as suas causas prováveis, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Principais anomalias e as prováveis causas nos telhados verdes

Principais Anomalias	Causas Prováveis
Estagnação hídrica	-Declive insuficiente -Camada drenante inexistente ou inadequada -Número insuficiente de pontos de escoamento
Empolamento por ação do vento	-Substrato demasiado leve -Cobertura vegetal insuficiente -Erro de execução e/ou instalação inexistente ou insuficiente para proteção contra o efeito de sucção
Queda de vegetação	-Escolha inadequada de plantas -Fixação inexistente ou inadequada -Profundidade de substrato insuficiente
Compactação do substrato	-Distribuição granulométrica inadequada (excesso de elementos finos no substrato) -Excesso de material argiloso -Excesso de matéria orgânica
Crescimento deficiente das plantas	-Escolha inadequada de plantas -Falta de integração entre plantas e solução construtiva -Substrato inadequado -Manutenção insuficiente ou inexistente
Abandono	-Manutenção insuficiente ou inexistente

Fonte: autora (adaptado de Farrall e Costa, 2011).

Destaca-se na Tabela 6 que as principais anomalias estão estritamente ligadas com a construção inadequada das coberturas verdes, por isso a necessidade de consultar um especialista para que as especificações corretas sejam seguidas.

Prates (2012) comenta que as anomalias específicas da instalação e posterior funcionamento de todo o sistema do telhado verde podem ser minimizadas ou eliminadas com um correto planejamento, execução e estratégia de manutenção. Para evitar riscos de instalação e minorar a possibilidade de problemas futuros, existem algumas medidas a serem tomadas, como:

- Realizar projetos de acordo com Normas existentes;
- Consultar especialistas e envolver, no planejamento da obra, técnicos das diversas especialidades (Engenheiros, Arquitetos, Paisagistas e outros);
- Recorrer a sistemas previamente testados;
- Recorrer a empresas e técnicos de instalação certificados;
- Planejar a correta manutenção da cobertura.

Para Oberndorfer (2007), faltam medidas favoráveis de políticas públicas e legislação para que os telhados verdes se tornem um componente importante da sustentabilidade urbana no futuro. Enquanto que para Zhang *et al.* (2012), a falta de parcerias entre os setores públicos e privados, insuficiência de políticas governamentais, alto custo de manutenção e dificuldade técnica durante o projeto e construção são os principais entraves para a implementação das coberturas verdes.

4.4 Caso A

4.4.1 Contextualização da Praça de Lisboa, Porto, Portugal

Cabe aqui neste item explanar sobre o início do espaço em que foi construída a cobertura verde.

Em 1763, foi criada pelo rei D. José, a Junta das Obras Públicas, no Porto, em que foi elaborado um plano estratégico de reorganização e alargamento da cidade, para responder ao rápido aumento populacional que se fazia sentir, muito por parte das trocas comerciais (ALVES, 1988).

O objetivo desse plano era aumentar a cidade além das muralhas, de forma a criar circulações viárias e alargar as vias já existentes na cidade medieval, mas

também criar ruas e espaços públicos, pois existiam grandes espaços por urbanizar (TEIXEIRA, 1996).

Havia no local, uma construção denominada Recolhimento do Anjo, fundado em 1672 por uma viúva portuense, D. Helena Pereira, e destinava-se a acolher apenas viúvas ou raparigas órfãs da nobreza portuense. Situava-se na atual Rua Dr. Ferreira da Silva, de frente para a Universidade do Porto, possuía capela e cerca, ocupando a rua São Filipe Nery, então estreita viela de passagem, e parte das ruas das Carmelitas e da Academia (local do Colégio dos Órfãos), também apertadas ruelas (CUNHA, 2015).

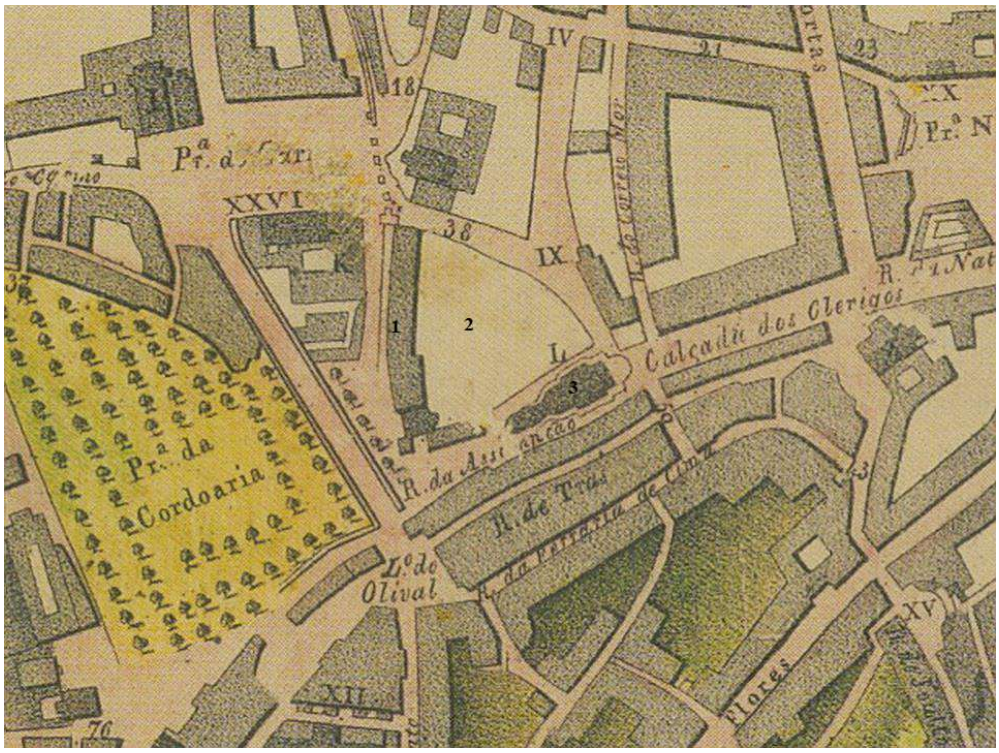
Figura 24: Mercado do Anjo

Fonte: Cunha (2015).

Por sua vez, o terreno pertencente ao Recolhimento oferecia as condições necessárias para a construção de um mercado. Assim sendo, em 1833 o rei D. Pedro IV concedeu à Câmara Municipal do Porto o terreno que pertencia ao Recolhimento do Anjo e em 1837 a Câmara deu início à demolição do edifício e, posteriormente, às obras de construção do mercado.

Nos anos trinta do século XIX dá-se um novo impulso urbanístico na cidade do Porto. Foi a partir dessa altura que foi criada uma série de infraestruturas públicas que permitiram a reorganização de determinadas zonas da cidade. Destas estruturas destacaram-se: o Mercado do Bolhão em 1837, o Mercado do Anjo (conforme Figura 24) em 1839 e o Mercado Ferreira Borges em 1888 (Fernandes, 1997).

Figura 25: Planta do local, 1813



Fonte: SOCIEDADE SECRETA DE REABILITAÇÃO URBANA, 2010.
Legendas: 1 Recolhimento do Anjo; 2 Terreno pertencente ao Recolhimento onde funcionava o Mercado do Anjo; 3 Torre dos Clérigos.

O Mercado do Anjo tinha uma forma triangular, onde os postos de venda, arrendados pela Câmara, se dispunham ao redor do espaço com a frente voltada para o seu interior, conforme Figura 25, onde no centro tinha um chafariz para uso público, que se manteve em atividade durante um século.

No início do Século XX, a Câmara Municipal do Porto propôs a construção do novo Mercado do Anjo para responder assim, à necessidade de reabilitar o mercado antigo por razões de ordem urbanística e devido à sua falta de higiene.

Assim sendo, em 13 de abril de 1905 o projeto de reabilitação da autoria do arquiteto José Marques da Silva foi aprovado pela Câmara Municipal do Porto, mas nunca seria terminada devido à suspensão pela mesma. Mesmo assim, o mercado do

Anjo permaneceu em funções. Contudo, face à degradação que o espaço apresentava numa zona tão nobre da cidade, em 1948 iniciaram-se as demolições do mercado. Nesse período, a Câmara optou por manter a entrada do mercado, da autoria de Marques da Silva, que só seria demolido com a construção da praça atual.

Até 1992, quando sofreu nova intervenção, a Praça do Anjo tornou-se um lugar esquecido e sem identidade, funcionando como estacionamento de automóvel.

O CRUARB – Comissariado para a Renovação Urbana da Área de Ribeira/Barredo iniciou mais uma reabilitação da praça do Anjo e o projeto vencedor denominado “Shopping Clérigos”, se revelaria um fracasso. Devido a pouca frequência da população, o espaço foi encerrado em 2006 e até à sua reabilitação final apresentou-se sempre como uma zona degradada e mal frequentada da cidade do Porto.

Em 2008 a Câmara Municipal do Porto e a Sociedade de Reabilitação Urbana Porto Vivo dão início a um concurso público denominado de ”*NO RULES, GREAT SPOT!”*, designação utilizada para dar nome ao concurso de ideias para a Praça de Lisboa, frase essa que foi escrita nas paredes por moradores descontentes com o estado de degradação que a praça apresentava. O objetivo era reabilitar toda a Praça do Anjo, e devolver a sua característica principal, a atividade comercial através da abertura de lojas e restaurantes e criar um espaço aberto ao público, lado a lado com a Torre dos Clérigos (JORDANA, 2011).

A proposta vencedora, assinada pelo arquiteto Pedro Balonas, previa a revitalização das áreas degradas existentes e da circulação de pedestres no interior da praça; pretendia utilizar a topografia do terreno e a variedade de inclinações existentes na concepção do projeto; e, por fim, a proposta da nova praça pretendia renovar a paisagem urbana através do uso de áreas arborizadas. (BALONAS E MENANO, 2013).

Desta forma, a antiga Praça do Anjo foi inaugurada em julho de 2012 como Praça de Lisboa e contribuiu para acabar de vez com os problemas urbanísticos que as intervenções anteriores não tinham conseguido resolver, inclusive o desnível que a praça apresentava há vários séculos.

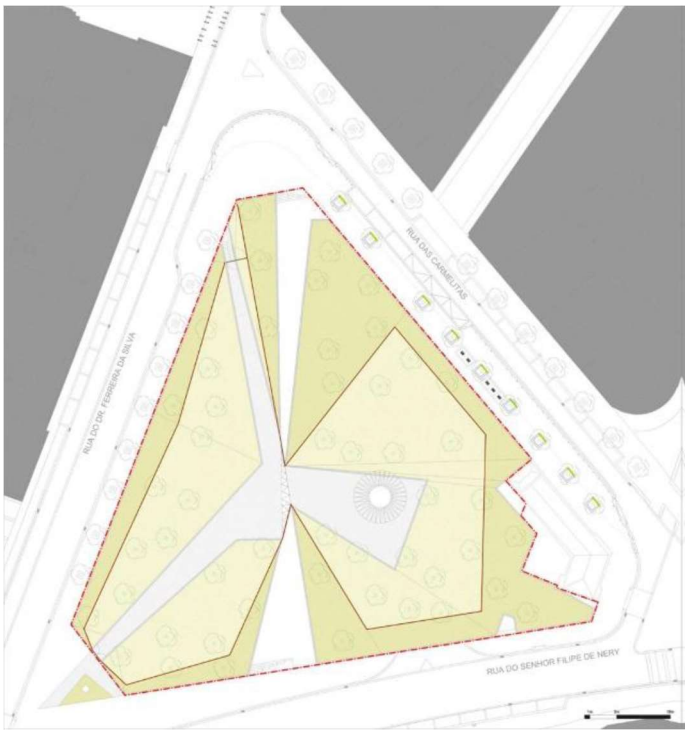
Como solução, o projeto do arquiteto propõe uma vasta área verde denominada pelo próprio autor de Jardim Urbano. Este se mantém no mesmo nível do início da rua de São Filipe de Nery, de forma a renovar por completo a paisagem urbana e propõe a criação de uma nova rua situada numa cota intermediária da praça que se encontra

abrigada numa estrutura de concreto e vidro e que se destina ao comércio e às áreas de lazer da praça, que faz, assim, a ligação pedestre entre dois marcos históricos que envolvem aquele lugar – a Torre dos Clérigos e a Livraria Lello.

O arquiteto explicou que a superfície ondulada em concreto seria coberta por grama e receberia 50 oliveiras, pois, historicamente, aquilo era um olival e, dessa forma, restituiria o jardim que existia naquela zona. Além disso, também seriam criados três quiosques para que os portuenses pudessem usufruir do espaço, sentados ao ar livre (CARVALHO, 2013).

Além da forma em triângulo, outro obstáculo na concepção da praça foi o desnível do terreno na Rua de São Filipe de Nery. Contudo, em face de estes problemas, a proposta vencedora encontrou uma forma de interligar o triângulo existente com o desnível da rua através da criação de uma rua abrigada no interior da praça, conforme Figura 26.

Figura 26: Planta de implantação da Praça de Lisboa



Fonte: Balonas e Menano, 2013.

No seu primeiro nível, a praça é constituída por cinco áreas ajardinadas e uma estrutura de concreto interligada no meio, por uma claraboia que, segundo os autores,

é essencialmente um telhado verde com árvores, conforme Figura 27. Essas oliveiras invocam uma das antigas portas da cidade formalmente conhecida como “Porta do Olival” (Balonas e Menano, 2013) e que, atualmente, também é conhecida como Praça das Oliveiras.

Figura 27: Praça de Lisboa

Foto: arquivo da autora.

4.4.2 Análise geral do caso A

A) Caso A	Localização:	Porto, Portugal
	Tamanho:	cerca de 3.000m²
	Clima e índice pluviométrico:	clima Atlântico (quente e temperado), 1.178mm pluviosidade média anual
	Certificação ambiental:	não
	Lei, Norma de incentivo na cidade:	não
	Mão-de-obra:	especializada
	Tipo de telhado.	inclinado
B) Sustentabilidade Ambiental	Energia renovável?	não
	Desempenho energético?	não
	Eficiência hídrica?	não
	Materiais regionais?	não
	Gestão de resíduos?	não

	Monitoramento de gases de efeito estufa?	Não
C) Sustentabilidade Econômica	Tempo de construção?	4 meses
	Custo de projeto e de construção?	Média de € 166,00/m² (aproximadamente R$ 813,00/m², câmbio a R$ 4,90 em 05/02/20)
	Custos operacionais?	20% do valor do orçamento
	Custos de manutenção?	não informado
	Custos de fim de vida?	não considera
	Gestão integrada (software)?	não
	Custos de reforma?	custo de 1/2 cobertura nova
	Aumento da durabilidade prevista do prédio?	sim
	Durabilidade prevista do TV?	40 anos
D) Sustentabilidade Social	Conforto térmico, visual e bem-estar percebido:	sim
	Influência na economia local?	sim
	Aproveitamento do espaço físico?	sim
	Percepção da população:	sim
	Acessibilidade?	sim
	Aceitação da comunidade?	sim

Fonte: a autora.

4.5 Caso B

4.5.1 Contextualização do Edifício Gazeta, São Paulo, Brasil

Aqui neste item cabe a explanação sobre o início da criação do Edifício Gazeta em que foi construída a cobertura verde.

No ano de 1925, o arquiteto influente e reconhecido à época, **Ramos de Azevedo**, foi responsável pelo projeto e construção, na Avenida Paulista, da mansão (Figura 28) de Horário Espíndola, conhecido nas rodas comerciais, industriais e

financeiras de São Paulo. Filantropo, despendia grande parte de sua riqueza em obras de caridade. A casa foi concebida em estilo eclético, considerada uma das residências mais modernas projetada pelo Escritório Técnico Ramos de Azevedo.

Figura 28: Residência de Horácio Espíndola

Fonte: São Paulo City.[1]

No terreno onde se localizava a casa de Horácio Espindola, os paulistanos viram subir um dos edifícios mais emblemáticos da cidade de São Paulo: **o Edifício Gazeta**.

Era um projeto arrojado da Fundação Cásper Líbero, conforme Figura 29, com o sonho de criar um grande centro cultural, instalado no maior prédio do mundo, com 220 metros de altura, ficando a 1.018 metros do nível do mar. Isso equivaleria a um edifício de 72 andares. Sem contar os 30 metros da futura antena da TV Gazeta, planejada no decorrer da construção. As obras começaram em 1958, mas em relação ao seu projeto original, não se cumpriu.

[1] Disponível em: https://spcity.com.br/serie-avenida-paulista-espindola-ao-edificio-gazeta/. Acesso em 15 jan.2020.

Figura 29: Projeto original Edifício Gazeta

Fonte: São Paulo City.[2]

O Edifício Gazeta está localizado na Avenida Paulista, 900, em São Paulo. São 68.000 m² de área construída, distribuídos em 17 andares. Em seu topo, está a Torre Cásper Líbero e possui um um teatro com capacidade para 900 pessoas. Foi o primeiro edifício construído no Brasil com as características necessárias para manter uma redação, gravura, composição e distribuição de um jornal.

O projeto foi concebido pelo renomado engenheiro José Carlos de Figueiredo Ferraz. O engenheiro Ary de Albuquerque ficou responsável pela obra. O projeto ganhou um nome-slogan: Uma luz sobre São Paulo.

O local escolhido na Avenida Paulista era a área central da quadra entre a Alameda Joaquim Eugênio de Lima e a Alameda Campinas, com fundos para a Rua São Carlos do Pinhal.

O jornalista de A Gazeta, Paulo Santos Mattos, escreveu em matéria do dia 16 de maio de 1966 que pareciam obras de monumental represa, obra faraônica e que

[2] Idem.

do vazio do buraco surgiu um monumento de aço e pedra que inscreveria com letras de ouro, nos anais da civilização e da cultura, um novo marco de vista, de fé, realização e coragem, pois a essa altura dois terços da obra já estavam construídos (82 metros de altura sobre a Paulista). O edifício gradativamente começou a ser utilizado oficialmente no primeiro semestre de 1966. Alguns departamentos já estavam no edifício no início da década, como a administração, que se instalou em 1961.

Uma amostra da importância que a obra teve para o campo da engenharia é a de que, em 20 de junho de 1966, o Edifício Gazeta foi escolhido para realizar a cerimônia de abertura da IX Jornada Sul-Americana de Engenharia Estrutural em suas dependências. Durante uma semana, o edifício foi percorrido por cerca de 150 técnicos de 40 países sul-americanos, além de engenheiros brasileiros de todos os estados. Sua fachada impressionava.

Foi construída uma grande escadaria no número 900 da Avenida Paulista, além de um mural, com 45 graus de inclinação, com a pintura de uma enorme bandeira do estado de São Paulo. Em 18 de dezembro de 1978 o painel foi substituído pelo mosaico de concreto, com múltiplos logotipos da “Gazeta”, conforme Figura 30, o que deu à Avenida Paulista um novo símbolo.

Figura 30: Edifício Gazeta (1978)

Fonte: Fundação Cásper Líbero.[3]

Por serem mais largas as calçadas da Paulista havia ainda um pequeno jardim com 30 mastros em que se penduravam flâmulas das cores preta, branca e vermelha. E ainda um toque de modernismo no toldo sob a escadaria: uma verdadeira treliça de ferro e cimento armado, com uma leve inclinação para o alto, sustentada por colunas arredondadas. Com as modificações no projeto, o moderno toldo foi substituído por um convencional e retangular e as pilastras ficaram mais grossas, com ângulos retos, e compôs a marquise apresentada na Figura 31.

[3] Disponível em https://fcl.com.br/fundacao/edificio-gazeta/. Acesso em 15 já.2020.

Figura 31: Pilastras da fachada do Edifício Gazeta

Fonte: Fundação Cásper Líbero.[4]

Em 21 de abril de 1983, numa parceria com a Rede Globo, foi construída a torre da TV Gazeta (Figura 32) com uma única antena para as duas emissoras. Foi a primeira torre iluminada de São Paulo e, consequentemente, a primeira na Avenida Paulista.

[4] Idem.

Figura 32: Torre do Edifício Gazeta

Fonte: Fundação Cásper Líbero.[5]

Além da Fundação Cásper Líbero, funcionam no Edifício Gazeta o Colégio Objetivo, uma unidade da UNIP (Universidade Paulista), os estúdios da Rádio Trianon, Teatro Gazeta e o Cinema Reserva Cultural, conforme Figura 33.

O telhado verde do Edifício Gazeta está há mais de 30m do chão e foi construído em 2015 com floresta de Mata Atlântica, constituído por 130 árvores de mais de 40 espécies, como Embaúbas, Angicos, Perobas, Copaíbas e Araçás, para

[5] Idem.

reproduzir a antiga Mata do Caaguaçú, original da região há 200 anos, conforme explicado pela SkyGarden (Figura 34).

Figura 33: Edifício Gazeta atualmente

Fonte: Fundação Cásper Líbero.[6]

[6] Idem.

Figura 34: Telhado verde presente no Edifício Gazeta

Fonte: arquivo da autora.

4.5.2 Análise geral do caso B

A) Caso B	Localização:	São Paulo, Capital
	Tamanho:	cerca de 500m²
	Clima e índice pluviométrico:	clima subtropical úmido, 1.340mm pluviosidade média anual.
	Certificação ambiental:	não
	Lei, Norma de incentivo na cidade:	sim (https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/legislacao/decreto-no-57-565-de-27-de-dezembro-de-2016/)
	Mão-de-obra:	especializada
	Tipo de telhado.	inclinado
B) Sustentabilidade Ambiental	Energia renovável?	não
	Desempenho energético?	não
	Eficiência hídrica?	não
	Materiais regionais?	não
	Gestão de resíduos?	não
	Monitoramento de gases de efeito estufa?	não
C) Sustentabilidade Econômica	Tempo de construção?	2 semanas
	Custo de projeto e de construção?	R$ 700,00/m²
	Custos operacionais?	R$ 130,00/m²
	Custos de manutenção?	não informado

	Custos de fim de vida?	R$ 30,00/m²
	Gestão integrada (software)?	não
	Custos de reforma?	não informado
	Aumento da durabilidade prevista do prédio?	sim
	Durabilidade prevista do TV?	50 anos
D) Sustentabilidade Social	Conforto térmico, visual e bem-estar percebido:	sim
	Influência na economia local?	sim
	Aproveitamento do espaço físico?	sim
	Percepção da população:	sim
	Acessibilidade?	sim
	Aceitação da comunidade?	Sim

Fonte: a autora.

4.6 Comparação dos dois casos

Ambos os casos estudados foram em coberturas verdes do tipo intensivas, apesar de diferir grandemente em tamanho. Por serem em países diferentes, os climas são desiguais, mas o índice pluviométrico anual é próximo.

A cidade de São Paulo possui um Decreto nº 57.565 (2016) em que novas construções acima de 500m² ou reformas acima de 20% da área construída devem possuir área de permeabilidade, como um telhado verde. O do Edifício Gazeta foi construído antes desse Decreto. Por outro lado, a cidade do Porto não possui nenhuma regulamentação para promoção das coberturas verdes. Ela possui apenas o Projeto Quinto Alçado do Porto (PQAP), em trâmite para análise e aprovação na Câmara Municipal, que tem como objetivo principal a definição de um modelo das coberturas verdes na estratégia ambiental e urbanística da cidade (ANCV, 2016).

Os dois telhados verdes foram construídos com mão-de-obra especializada e eles possuem inclinação. Segundo a SkyGarden, esta se faz necessária para escoamento e não reter demais a água da chuva, pois pode sobrecarregar o peso da cobertura. Os autores Roehr e Kong (2010), comentam que uma inclinação íngreme resultaria em uma taxa mais alta de escoamento superficial durante fortes chuvas, mas teria a mesma taxa de escoamento que um telhado plano durante chuvas leves.

Em relação ao viés ambiental, nenhuma das coberturas possui mecanismos de eficiência ambiental, como captação de água da chuva e placas solares, ou monitoramento para comprovação e controle dos benefícios ambientais, apesar de

ambos os construtores se utilizarem dessas vantagens para divulgação das coberturas verdes. Em relação ao aumento da biodiversidade, podemos verificar pássaros na cobertura de Portugal (Figura 35), e um caramujo-gigante-africano na cobertura do Brasil (Figura 36), mesmo considerado uma espécie invasora.

Figura 35: Presença de pássaros na cobertura verde da Praça de Lisboa, Portugal.

Fonte: arquivo da autora.

Figura 36: Presença do caramujo-gigante-africano na cobertura verde do Edifício Gazeta, Brasil

Fonte: arquivo da autora

Dentro do viés econômico, considerando que tempo dispendido é dinheiro gasto, o tempo de construção de cada cobertura variou devido ao tamanho de cada cobertura. Os custos de projeto, de construção e operacionais dos dois países ficaram na média de preços; custos de manutenção não foram informados, pois as empresas consultadas mencionaram que variam conforme o tamanho e o tipo de cobertura, assim como o trabalho a ser executado (poda, limpeza, substituição de plantas, irrigação ou não etc); custos de fim de vida a Neoturf não considera, pois ainda não atingiu essa fase e o custo de reforma a mesma acredita custar o valor da metade de uma cobertura nova. Para Bianchini e Hewage (2012), a instalação de telhados verdes é um investimento de baixo risco e a probabilidade de lucro é muito maior do que as perdas financeiras e, se houver a inclusão de benefícios sociais, melhora seu valor. Enquanto que, William *et al.* (2016) menciona que os custos médios de uma cobertura verde são inferiores quando comparados com o telhado tradicional, pois os telhados verdes diminuem os custos de refrigeração, aquecimento e água e ainda podem armazenar água da chuva para utilização em limpeza, banheiros, irrigação etc.

Para Carter e Keeler (2008), o melhor benefício geral em termos econômicos é que uma cobertura verde prolonga a vida útil da membrana de impermeabilização, assim como mencionado pela Neoturf e SkyGarden. Ambos acreditam que uma cobertura verde tenha uma vida útil entre 40 e 50 anos, Kosareo e Ries (2007) mencionam 45 anos, e que o investimento de uma cobertura verde se dissolve em pouco tempo mediante a durabilidade do prédio, a economia de energia e os benefícios sociais. Os custos efetivos de projeto/instalação nos dois países são bem próximos, mas a diferença encontrada no valor final a maior no caso de Portugal, deve-se muito pelo fato de existir forte variação cambial da moeda (conversão do Euro para Real).

A comparação feita pelo viés social é a mais impactante, pois todos os questionamentos feitos tiveram resposta positiva. As coberturas possuem acessibilidade, os frequentadores usufruem dos espaços para lazer onde antes não havia nada (conforme Figuras 37 e 38), houve conforto térmico percebido e tornaram-se pontos de referência, pois ambas as coberturas foram alvo de reportagens. Para Bianchini e Hewage (2012) é importante utilizar coberturas verdes como fator estético, pois a sociedade se preocupa com a transformação da paisagem e está disposta a pagar mais para ter uma vista com vegetação.

Figura 37: Cobertura verde da Praça de Lisboa com a presença de seus frequentadores

Fonte: arquivo da autora.

Figura 38: Cobertura verde do Edifício Gazeta com a presença de seus frequentadores

Fonte: arquivo da autora.

Como benefícios sociais, os autores Oberndorfer *et al.* (2007) constataram que a vegetação melhora a saúde, reduz os tempos de recuperação pós-operatória, aumenta a satisfação de funcionários, reduz estresse e que o valor de marketing dos telhados verdes, o aumento do espaço comunitário e a melhora da habitabilidade urbana deveriam ser mais consideradas para a relação de custo-benefício.

Apesar das duas empresas entrevistadas terem consciência dos benefícios ambientais e econômicos em longo prazo, nenhum projeto foi idealizado por esses motivos, mas primordialmente pelo benefício social, com a comprovação perceptível do aumento da economia e frequência local, conforto térmico, desenvolvimento social, estética e a manifestação pública em prol da revitalização das coberturas. O benefício ambiental percebido foi o aparecimento da biodiversidade e a melhoria do clima, como no caso da cobertura verde de São Paulo. Como benefício econômico, pode-se considerar que ambas as coberturas se tornaram atrações turísticas, trazendo compensação financeira, principalmente na cobertura verde de Portugal, em que há um bar instalado no local.

Como desvantagem, a Neoturf não considera nenhuma. Na análise visual das lojas abaixo da cobertura verde da Praça de Lisboa, nada ficou evidenciado de infiltração. Quanto à SkyGarden, ela entende que a população ainda tem receio da instalação de uma cobertura verde devido às infiltrações que podem ocorrer e também pelo surgimento de pragas, mas se fizer uma correta impermeabilização e

manutenção do jardim, não haverá problemas. Na cobertura verde do Edifício Gazeta nunca houve infiltrações, segundo a SkyGarden.

Os resultados gerais foram compilados no Quadro 12.

Quadro 12: Comparação entre os objetivos de pesquisa e os resultados alcançados

Objetivo geral	Objetivos específicos	Resultados alcançados
Identificar os benefícios e dificuldades no emprego das coberturas verdes como um sistema construtivo sustentável.	Identificar, caracterizar e classificar os telhados verdes.	**Extensivo**: espessura média do susbtrato: 60-200mm; **Semi-Intensivo**: 120-250mm; **Intensivo**: >150mm. Detalhes na Tabela 3.
	Identificar e classificar as vantagens e as desvantagens das coberturas verdes.	Como vantagens, na literatura foram identificadas: mitigação das ilhas de calor urbana (*UHI*), eficiência energética, gerenciamento de águas pluviais, minimização de gases de efeito estufa, maximização da biodiversidade, utilização de materiais alternativos, mitigação da poluição do ar e da poluição sonora, durabilidade do telhado, conforto térmico, desenvolvimento social, agricultura urbana e fator estético. No geral, as desvantagens encontradas foram a dificuldade de percepção da relação custo-benefício e custos altos em geral, falta de incentivos governamentais, deficiência na concepção e/ou instalação, falta de irrigação quando necessário, falta ou incorreta manutenção ou drenagem e impermeabilização defeituosa.
	Comparar, de forma empírica, dois telhados verdes intensivos. Um em Portugal e um no Brasil.	Nos estudos de casos, as vantagens se direcionaram fortemente para os benefícios sociais, como o conforto térmico, a socialização, a acessibilidade e a estética, mas também, se notou a presença da biodiversidade como benefício ambiental e benefício econômico no caso de Portugal. Como desvantagem, apenas a do Brasil a considera, com a possibilidade de surgimento de pragas e infiltração caso venha a ser mal feita.
	Identificar possíveis materiais alternativos em substituição aos convencionais.	Utilização de substratos à base de bagaço de cana-de-açúcar e fibras de côco verde no Brasil; camada de drenagem composta de resíduos de cortiça em Portugal; migalhas de borracha compondo a camada de drenagem na Espanha.

Fonte: elaborado pela autora com base nos objetivos apresentados no Capítulo 1 e nos resultados apresentados nesse Capítulo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário mundial apresentado na atualidade constata que a expansão de áreas urbanas e do ambiente construído exigem da sociedade uma maior responsabilidade ambiental como forma de evitar maiores desastres e danos ao meio ambiente. Com o objetivo de manter a integridade dos sistemas ecológicos, a indústria da construção começou a desenvolver práticas com menor impacto ambiental ou com benefícios ambientais associados. A cada nova prática, deve-se avaliar os benefícios efetivos e as dificuldades encontradas no seu emprego, para que haja entendimento e disseminação dessa técnica pela sociedade.

O telhado verde é uma alternativa construtiva que integra os três pilares da sustentabilidade, pois, aborda questões econômicas, ambientais e sociais em um só elemento, configurando-se como uma resposta eficaz principalmente para reduzir os impactos ambientais negativos da construção civil. Assim como outros ecossistemas construídos, ele imita os ecossistemas naturais para fornecer serviços ecossistêmicos, mas com menor complexidade e em espaços já existentes, unindo assim, a melhoria da qualidade de vida.

Uma das metas desse trabalho foi efetuar uma abordagem holística das coberturas verdes, como forma de contribuir com a disseminação do conhecimento sobre elas e auxiliar a sociedade no esclarecimento de dúvidas.

Os objetivos dessa pesquisa foram atingidos, pois, foram compiladas todas as vantagens e desvantagens dos telhados verdes encontradas na literatura; comparadas, de forma empírica, duas coberturas verdes em países distintos, classificando as vantagens nas dimensões da sustentabilidade para embasamento teórico-prático, e também foram identificados materiais alternativos em relação aos convencionais que compõem uma cobertura verde, objetivando propor materiais com menor pegada ecológica e reaproveitamento de materiais, conforme mostrado no Quadro 12.

Com esse estudo, espera-se que implicações práticas - como o aumento de coberturas verdes e também a desmistificação em torno do assunto - possam ser efetivas e, com os estudos de caso, possibilite trazer ao conhecimento de todos que uma cobertura verde pode não haver infiltrações e ter maioritariamente vantagens.

Os resultados obtidos ao longo da pesquisa apresentaram algumas limitações, pois, os desempenhos dos telhados verdes são diferentes em cada localidade, clima, tamanho e tipo de cobertura verde (intensivo, extensivo, vegetação, altura do telhado, entre outros). As coberturas verdes extensivas custam menos, seu peso agregado ao prédio é menor, sua capacidade de retenção de águas pluviais é menor devido ao seu substrato raso e a vegetação é limitada. As intensivas exigem manutenção e irrigação frequentes, mas seus benefícios ambientais são mais ampliados.

Um panorama das imensas vantagens do emprego dos telhados verdes foi apresentado nessa pesquisa e que pode resultar em uma maior adoção de coberturas verdes, que podem resultar em benefícios de larga escala para toda a sociedade.

Desta forma, sugere-se a continuidade em pesquisas a respeito dos métodos construtivos, materiais alternativos reaproveitados, detalhamento específico de cada vantagem das coberturas verdes, além da Avaliação do Ciclo de Vida dos materiais utilizados nas camadas das coberturas verdes, a fim de cumprir plenamente a função e o benefício a que se propõe e saber sua pegada ecológica. Com isso, pretende-se incentivar seu uso. Importante frisar que **os telhados verdes não substituem diretamente os espaços verdes urbanos permeáveis e naturais**. Eles funcionam como um elemento alternativo à construção responsável pela preservação dos ecossistemas e que, instalado de forma isolada, não é solução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2009). **NBR ISSO 14040. Gestão ambiental.** Avaliação do ciclo de vida: Princípios e estrutura. Brasil: ABNT. Agosto. 21p.

_____. **NBR ISO 14040**. Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2014.

ABREU, C. **Telhados verdes.** 2009. Disponível em: http://obviousmag.org/archives/2009/06/telhados_verdes.html. Acesso em: 03 mar.2018.

AGHION, P., CAROLI, E., GARCIA PEÑALOSA, C. Inequality and economic growth: the perspective of the new growth theories. **Journal of Economic Literature**, n. 37, v.4, p. 1615-1660, 1999.

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. Blucher, 2011.

ALCOFORADO, M. J. *et al.* (2006) **Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa.

AL-SALEH, Yasser M, e TALEB, Hanan M. 2010. The integration of sustainability within va-lue management practices. A study of experienced value managers in the GCC countries. **Project Management Journal**, 41(2), 5059.

ALVES, Joaquim Jaime B. Ferreira. **O Porto na época dos Almadas. Arquitectura. Obras públicas,** v.1. Porto: Câmara Municipal do Porto. 1988.

AMADO, F. A. D. T. **Direito Ambiental Esquematizado.** São Paulo: Método, 2011.

ANDRADE, N. C.; RORIZ, M. (2009). Comportamento térmico de cobertura verde utilizando a grama brachiaria humidicola na cidade de São Carlos, SP. **PARC Pesquisa Em Arquitetura E Construção,** 1(4), 75-90.
ASCIONE, Fabrizio *et al.* Green roofs in European climates. Are effective solutions for the energy savings in air-conditioning? **Applied Energy**, v. 104, p. 845-859, 2013.

AKBARI, Hashem *et al.* Local climate change and urban heat island mitigation techniques–the state of the art. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 22, n. 1, p. 1-16, 2016.

AMBROSINI, Dario *et al.* Evaluating mitigation effects of urban heat islands in a historical small center with the ENVI-Met® climate model. **Sustainability**, v. 6, n. 10, p. 7013-7029, 2014.

ARIF, Mohammed *et al.* Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 5, n. 1, p. 1-11, 2016.

ASDRUBALI, Francesco; D'ALESSANDRO, Francesco; SCHIAVONI, Samuele. A review of unconventional sustainable building insulation materials. **Sustainable Materials and Technologies**, v. 4, p. 1-17, 2015.

ASDRUBALI, Francesco *et al.* Evaluating in situ thermal transmittance of green buildings masonries—A case study. **Case Studies in Construction Materials**, v. 1, p. 53-59, 2014.

BALONAS & MENANO - ARCHITECTURAL AND URBAN CONCEPT. Praça de Lisboa: Porto, Portugal. Architizer. 2013. Disponível em https://architizer.com/projects/praca-de-lisboa/. Acesso em: 13 jan.2020

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos.** São Paulo: Saraiva, 2007.

BATES, A. J. *et al.* Effects of recycled aggregate growth substrate on green roof vegetation development: A six year experiment, in **Landscape and Urban Planning**, pp. 22–31, 2015.

BATISTA, S. B. Impermeabilização de Cobertura em terraço – Diretrizes para o projeto. **Técnica de Lisboa**, 2004.

BERARDI, Umberto; GHAFFARIANHOSEINI, A.; GHAFFARIANHOSEINI, A. State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. **Applied Energy**, v. 115, p. 411–428, 2014.

BERGES, Mario E. *et al.* Enhancing electricity audits in residential buildings with nonintrusive load monitoring. **Journal of industrial ecology**, v. 14, n. 5, p. 844-858, 2010.

BEZERRA, K. O. **Os Jardins suspensos da Babilônia,** 2013. Disponível em: http://www.cliografia.com/2013/05/10/os-jardins-suspensos-da-babilonia-nao-estavam-na-babilonia/. Acesso em: 18 mar.2018.

BERNDTSSON, Justyna Czemiel. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. **Ecological engineering**, v. 36, n. 4, p. 351-360, 2010.

BIANCHINI, Fabricio; HEWAGE, Kasun. Probabilistic social cost-benefit analysis for green roofs: a lifecycle approach. **Building and Environment**, v. 58, p. 152-162, 2012.

BIANCHINI, Fabricio; HEWAGE, Kasun. How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials. **Building and environment**, v. 48, p. 57-65, 2012.

BONI, Filipe, **Telhado Verde: Uma opção sustentável?** Curitiba. 2015. Disponível em: https://sustentarqui.com.br/telhados-verdes-sao-sustentaveis/. Acesso em: 12 fev.2020.

BOURGUIGNON, F. **The Poverty-growth-inequality Triangle.** In: the World Bank, Paper Presented at the Indian Council for Research on International Economic Relations. New Delhi, 2004.

BRAGANÇA, Luís; MATEUS, Ricardo; KOUKKARI, Heli. Building sustainability assessment. **Sustainability**, v. 2, n. 7, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Brasil. **Agenda 21 global.** Brasília, 2019. Disponível em: http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html. Acesso em: 07 jul.2019.

BRENNEISEN, S. (2000) **Birds, Beetles and Spiders on Green Roofs**. Switzerland: Basel University.

BRUNDTLAND, G. H. **Our common future: report of the world commission on environment and development.** New York: Oxford University, 1987.

BUTLER, C.; ORIANS, C. M. Sedum cools soil and can improve neighboring plant performance during water deficit on a green roof, in **Ecological Engineering**, pp. 1796–1803, 2011.

BUTLER, Colleen; BUTLER, Erin; ORIANS, Colin M. Native plant enthusiasm reaches new heights: Perceptions, evidence, and the future of green roofs. **Urban forestry & urban greening**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2012.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Guia CBIC de Boas Práticas em Sustentabilidade na Indústria da Construção**. Brasília: Fundação Dom Cabral, 2012.

CANTOR, Steven L. Green Roofs in Sustainable Landscape Design. W.W. Norton & Company, New York – London, 2008.

CARSON, T. B. *et al.* Hydrological performance of extensive green roofs in New York City: observations and multi-year modeling of three full-scale systems. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 2, p. 024036, 2013.

CARTER, Timothy; KEELER, Andrew. Life-cycle cost–benefit analysis of extensive vegetated roof systems. **Journal of environmental management**, v. 87, n. 3, p. 350-363, 2008.

CARVALHO, C. G. **O que é Direito Ambiental: Dos descaminhos da casa à harmonia da Nave.** Florianópolis: Habitus, 2003.

CARVALHO, Patrícia. **Passeio dos Clérigos entrega jardim das oliveiras à Câmara do Porto**. 2013. Disponível em: https://www.publico.pt/2013/11/15/local/noticia/passeio-dos-clerigos-entrega-jardim-das-oliveiras-a-rui-moreira-1612513. Acesso em: 24 jan.2020.

CASTLETON, H. F. *et al.* Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit, in **Energy and Buildings**, pp. 1582–1591, 2010.

CASTELNOU, A. M. N.; FRANCISCONI, A. M.; BORMIO, A. P.; LOVATO, K. E.; SOUZA, H. M. B.; VECCHIATTI, S. O. F.; KAESTNER, S. Considerações Gerais sobre a Eco-Arquitetura. **Terra e Cultura**, Londrina PR, v. 01, n. 33, p. 76-90, 2001.

CHANG, Ni-Bin; RIVERA, Brian John; WANIELISTA, Martin P. Optimal design for water conservation and energy savings using green roofs in a green building under mixed uncertainties. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 11, p. 1180-1188, 2011.

COMA, Julià *et al.* Green roofs as passive system for energy savings in buildings during the cooling period: use of rubber crumbs as drainage layer. **Energy Efficiency**, v. 7, n. 5, p. 841-849, 2014.

COMA, Julià *et al.* Thermal assessment of extensive green roofs as passive tool for energy savings in buildings. **Renewable Energy**, v. 85, p. 1106-1115, 2016.

COOK-PATTON, S. C. and Bauerle, T. L. Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: A literature review, **Journal of Environmental Management**, 106, pp. 85–92, 2012ª.

COTRIM, Luciana. **Série Avenida Paulista: de Espindola ao Edifício Gazeta.** Disponível em: https://spcity.com.br/serie-avenida-paulista-espindola-ao-edificio-gazeta/. Acesso em: 11 jan.2020.

CUBI, Eduard *et al.* Sustainability of rooftop technologies in cold climates: Comparative life cycle assessment of white roofs, green roofs, and photovoltaic panels. **Journal of Industrial Ecology**, v. 20, n. 2, p. 249-262, 2016.

CUNHA, Rui. **Colégios e recolhimentos.** 2015. Disponível em http://portoarc.blogspot.com/2015/03/colegios-e-recolhimentos-v.html. Acesso em: 20 jan.2020.

CUNNINGHAM, Hugh. **Leisure in the Industrial Revolution: C. 1780-c. 1880**. Routledge, 2016.

D. BURGER; C. Mayer. Making sustainable development a reality: the role of social and ecological standards. **Deutsche Gesellschaft für**, 2003.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** São Paulo: Atlas, 2006.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental**: Responsabilidade Social e Sustentabilidade, 3. ed. Atlas. São Paulo, 2017.

DJEDJIG, Rabah; BOZONNET, Emmanuel; BELARBI, Rafik. Experimental study of the urban microclimate mitigation potential of green roofs and green walls in street canyons. **International Journal of Low-Carbon Technologies**, v. 10, n. 1, p. 34-44, 2015.

DOLTER, Brett; VICTOR, Peter A. From growth to sustainability. In: **Handbook on Growth and Sustainability**. Edward Elgar Publishing, 2017.

DUNNETT, N. and Kingsbury, N. (2008) **Planting Green Roofs and Living Walls.** London.

DVORAK, B.; VOLDER, A. Green roof vegetation for North American ecoregions: A literature review. **Landscape and Urban Planning**, v. 96, n. 4, p. 197–213, 2010.

ECOTELHADO. **Telhados verdes são relevantes para certificação de construções sustentáveis?** Disponível em: https://ecotelhado.com/telhados-verdes-sao-relevantes-para-certificacao-de-construcoes-sustentaveis/. Acesso em: 03 nov.2019.

EACH (Escola de Artes, Ciências e Humanidades) (USP) 2019. **Pesquisa da EACH cria substrato para telhado verde com bagaço de cana e fibra de coco.** Disponível em: http://www5.each.usp.br/noticias/pesquisa-da-each-cria-substrato-para-telhado-verde-com-bagaco-de-cana-e-fibra-de-coco/. Acesso em: 27 jan.2020.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks – Triple bottom line of 21st century business.** Stoney Creek, CT: New Society Publishers, 1997.

ELLIOTT, Robert M. *et al.* Green roof seasonal variation: Comparison of the hydrologic behavior of a thick and a thin extensive system in New York City. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 7, p. 074020, 2016.

EMILSSON, T. *et al.* Effect of using conventional and controlled release fertiliser on nutrient runoff from various vegetated roof systems, in **Ecological Engineering**, pp. 260–271, 2007.

FARRALL, H. e COSTA, F. P. - **Sessão prática, Curso de formação "Prosperidade Renovável – Coberturas Vivas I"**. Lisboa: Construção Sustentável – Tirone Nunes S.A., 2011.

FCL – FUNDAÇÃO CÁSPER LÍBERO. **Edifício Gazeta.** Disponível em: https://fcl.com.br/fundacao/edificio-gazeta/ Acesso em: 11 jan.2020.

FEITOSA, Renato Castiglia; WILKINSON, Sara. Modelling green roof stormwater response for different soil depths. **Landscape and Urban Planning**, v. 153, p. 170-179, 2016.

FENG, H.; HEWAGE, K. Energy saving performance of green vegetation on LEED certified buildings. **Energy and buildings**, v. 75, p. 281-289, 2014.

FERNANDES, José Alberto Rio (1997). **Porto: cidade e comércio.** Porto: Arquivo Histórico Camara Municipal do Porto. Jordana (2011) - No Rules, Great Spot Competition. Archdaily [Em linha]. (17 Apr. 2011). Disponível em https://www.archdaily.com/128227/no-rules-great-spot-competition. Acesso em: 20 jan. 2020.

FERNANDEZ-CAÑERO, R. *et al.* Green roof systems: A study of public attitudes and preferences in southern Spain. **Journal of Environmental Management**, v. 128, p. 106–115, 2013.

FIORETTI, Roberto *et al.* Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate. **Building and environment**, v. 45, n. 8, p. 1890-1904, 2010.

FISHBURN, D. C. (2004) **Pratical considerations on design and installations of green roofs**. The waterproofing challenge.

FLL – Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing – Green Roofing Guideline. **Germany: Research foundation for landscaping issues (FLL)**, 2008.

FRANCIS, R.A., LORIMER, J. Urban reconciliation ecology: the potential of living roofs and walls. **Journal of Environmental Management,** 92, 1429-1437, 2011.

FUNDAÇÃO CÁSPER LÍBERO. In: **Wikipedia: a enciclopédia livre**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Funda%C3%A7%C3%A3o_C%C3%A1sper_L%C3%ADbero#Edif%C3%ADcio_Gazeta
Acesso em: 11 jan.2020.

GAUSSIN, M., Hu, G., ABOLGHASEM, S., Basu, S., SHANKAR, M. R., e BIDANDA, B. (2013). Assessing the environmental footprint of manufactured products: A survey of current literature. **International Journal of Production Economics**, 146(2), 515-523.

GEDGE, D. and Frith, M. (2004). **Green Roofs – Benefits and cost implications.** Birmingham.

GHAFFARIANHOSEINI, Amir Hosein *et al.* Sustainable energy performances of green buildings: A review of current theories, implementations and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 25, p. 1-17, 2013.

GIMPEL, Jean. **The medieval machine: The industrial revolution of the Middle Ages**. New York: Penguin Books, 1976.

GIOVANNONI, Elena; FABIETTI, Giacomo. What is sustainability? A review of the concept and its applications. In: **Integrated reporting**. Springer, Cham, 2013. p. 21-40.

GRIMM, N. B., FAETH, S. H., GOLUBIEWSKI, N. E., REDMAN, C. L., WU, J., BAI, X., BRIGGS, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. **Science,** 319, 756-760, 2008.
GRO – Green Roof Technology. **Green Roof Systems.** Disponível em: http://www.greenrooftechnology.com/greenroof-system. Acesso em: 20 out.2016.

GUERRA, A.; COSTA, L.; WARCHAVCHIK G. e MARX, R.B. Séntese entre arquitetura e natureza tropical. **Revista USP**, n. 53, p. 18-31, 2002.

HARTWELL, Ronald Max. **The causes of the Industrial Revolution in England**. Routledge, 2017.

HASHEMI, S. S. G.; MAHMUD, H. BIN; ASHRAF, M. A. Performance of green roofs with respect to water quality and reduction of energy consumption in tropics: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 52, p. 669–679, 2015.

HEILIG, Gerhard K. World urbanization prospects: the 2011 revision. **United Nations, Department of Economic and Social Affairs (DESA), Population Division, Population Estimates and Projections Section, New York**, v. 14, 2012.

HENRY, A., FRASCARIA-LACOSTE, N. The green roof dilemma e Discussion of Francis and Lorimer (2011). **Journal of Environmental Management**, 104, 91-92, 2012.

HERRIOTT, Robert E.; FIRESTONE, William A. Multisite qualitative policy research: optimizing description and generalizability, **Educacional resercher**, v. 12, n. 2, p. 14-19, 1983.

HOBSBAWM, E. J. **A era dos extremos. O breve século XX, 1914 – 1991**. São Paulo: Companhia das Letras, 632 p., 1995.

IGRA – International Grren Roof Association. **Types of green roffs.** Disponível em: http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php. Acesso em: 14 dez.2017.

JIM, Chi Yung. Effect of vegetation biomass structure on thermal performance of tropical green roof. **Landscape and ecological engineering**, v. 8, n. 2, p. 173-187, 2012.

JOHNSTON, J; NEWTON, J. Building Green: a guide to using plants on roofs, walls and pavements. London: **Greater London Authority**, 2004. 124p.

KAMALI, Mohammad; HEWAGE, Kasun. Development of performance criteria for sustainability evaluation of modular versus conventional construction methods. **Journal of cleaner production**, v. 142, p. 3592-3606, 2017.

KASMIN, H.; STOVIN, V. R.; HATHWAY, E. A. Towards a generic rainfall-runoff model for green roofs. **Water science and technology**, v. 62, n. 4, p. 898–905, 2010.

KARCZMARCZYK, Agnieszka; BARYŁA, Anna; BUS, Agnieszka. Effect of P-reactive drainage aggregates on green roof runoff quality. **Water**, v. 6, n. 9, p. 2575-2589, 2014.
KIM, J.; HONG, T.; KOO, C. Economic and Environmental Evaluation Model for Selecting the Optimum Design of Green Roof Systems in Elementary Schools. **Environmental Science & Technology**, v. 46, p.8475-8483, 2012.

KÖHLER, M. (2006) **Long-term vegetation research on two extensive green roofs in Berlin**, in Urban Habitats, pp. 4–36.

KOLOKOTSA, D., SANTAMOURIS, M. and ZEREFOS, S. C. (2013) **Green and cool roofs urban heat island mitigation potential in European climates for office buildings under free floating conditions**, in Solar Energy, pp. 118–130.

KOMNITSAS, Konstantinos A. Potential of geopolymer technology towards green buildings and sustainable cities. **Procedia Engineering**, v. 21, p. 1023-1032, 2011.

KOSAREO, L.; RIES, R. Comparative environmental life cycle assessment of green roofs. **Building and Environment**, v. 42, n. 7, p. 2606–2613, 2007.

LEFF, Enrique. Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental. **Olhar de professor**, v. 14, n. 2, p. 309-335, 2011.

LEHMANN, Steffen. Low carbon districts: Mitigating the urban heat island with green roof infrastructure. **City, culture and Society**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2014.

LI, Dan; BOU-ZEID, Elie; OPPENHEIMER, Michael. The effectiveness of cool and green roofs as urban heat island mitigation strategies. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 5, p. 055002, 2014.

LI, Dan *et al.* Contrasting responses of urban and rural surface energy budgets to heat waves explain synergies between urban heat islands and heat waves. **Environmental Research Letters**, v. 10, n. 5, p. 054009, 2015.

LI, Wai Chin; YEUNG, Ka Ka Annie. A comprehensive study of green roof performance from environmental perspective. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 3, n. 1, p. 127-134, 2014.

LI, Y.; BABCOCK, R. W. Green roof hydrologic performance and modeling: a review. **Water Science and Technology**, v. 69, n. 4, p. 727–738, 2014.

LIMA, D. A.; MANZANO, M. A. Princípios fundamentais para o desenvolvimento sustentável no âmbito das reservas da biosfera. **Akrópolis,** v. 14, n. 3 e 4, p. 127-135, 2006.

LIN, Bau-Show *et al.* Impact of climatic conditions on the thermal effectiveness of an extensive green roof. **Building and Environment**, v. 67, p. 26-33, 2013.

LIRA, J.; CALDAS, L.; SPOSTO, R. Estado da arte sobre Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) aplicada a Telhados Verdes. In: II Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, 2016, João Pessoa. **Anais do II Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis**, 2016.

LUNDHOLM, Jeremy T. Green roof plant species diversity improves ecosystem multifunctionality. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, n. 3, p. 726-734, 2015.

LUNDHOLM, Jeremy *et al.* Plant species and functional group combinations affect green roof ecosystem functions. **PloS one**, v. 5, n. 3, 2010.

MAHMOUD, Abubakar S. *et al.* Energy and economic evaluation of green roofs for residential buildings in hot-humid climates. **Buildings**, v. 7, n. 2, p. 30, 2017.

MCDONOUGH, W. Green roofs: ecological design and construction. Schiffer Pub., 2005.

MESQUITA, A. T. (2017). **Benefícios das coberturas verdes.** Portugal. Disponível em: http://www.csustentavel.com/wp-content/uploads/2016/03/pcs_ubi_landlab.pdf. Acesso em: 05 mar.2019.

MICKAITYTE, Aiste *et al.* The concept model of sustainable buildings refurbishment. **International Journal of Strategic Property Management**, v. 12, n. 1, p. 53-68, 2008.

MICKOVSKI, Slobodan B. *et al.* Laboratory study on the potential use of recycled inert construction waste material in the substrate mix for extensive green roofs. **Ecological Engineering**, v. 61, p. 706-714, 2013.

MIGUEL, Cauchick. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução.** Produção, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MILANOVIC, B. More or less: income inequality has risen over the past quarter-century instead of falling as expected. **International Monetary Fund**, n. 48, v. 3, p. 6-11, 2011.

MINKE, G. **Tecttos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos.** Editorial Fin de Siglo, Montevideo, Uruguay, 2004.

MONTEIRO, A. C. S. A. (2010) **Coberturas, Mitos e Realidades.** Universidade de Coimbra.

MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M. T. P. **Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. Gestão e Tecnologia de Projetos**. Vol.4, nº1, maio de 2009.

NARDINI, Andrea; ANDRI, Sergio; CRASSO, Maurizio. Influence of substrate depth and vegetation type on temperature and water runoff mitigation by extensive green roofs: shrubs versus herbaceous plants. **Urban Ecosystems**, v. 15, n. 3, p. 697-708, 2012.

NAWAZ, R.; MCDONALD, A.; POSTOYKO, S. Hydrological performance of a full-scale extensive green roof located in a temperate climate. **Ecological Engineering**, v. 82, p. 66–80, 2015.

NIEVA, Antonio Baño Guía; POZO, Alberto Vigi-Escalera del. **Guía de construcción sostenible**. Espana: Instituto Sindical do Trabajo, Paralelo Edición, noviembre, 2005.

OBERNDORFER, E. *et al.* Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. **BioScience**, v. 57, n. 10, p. 823–833, 1 nov. 2007.

OLIVIERI, F. *et al.* Experimental measurements and numerical model for the summer performance assessment of extensive green roofs in a Mediterranean coastal climate. **Energy and Buildings**, v. 63, p. 1-14, 2013.

ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** 2015. Disponível em: http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf. Acesso em: 15 nov. 2019

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. ONU BR. **17 Objetivos para transformar nosso mundo**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/> Acesso em: 11 nov.2016.

OSMUNDSON, T. **Roof Gardens: History, Design and Construction.** New York: W. W. Norton e Company Inc., 1999.

PÁDUA, J. A; LAGO, Antônio. **O que é ecologia.** Editora Brasiliense: Coleção Primeiros Passos. São Paulo, 2004.

PALLA, Anna; GNECCO, Ilaria; LANZA, Luca G. Hydrologic restoration in the urban environment using green roofs. **Water**, v. 2, n. 2, p. 140-154, 2010.

PECK, S. W.; CALLAGHAN, C. **Status report on benefits, barriers and opportunities for green roof and vertical garden technology diffusion**. Toronto, ON, Canada, 2019

PENG, Lilliana LH; JIM, Chi Yung. Green-roof effects on neighborhood microclimate and human thermal sensation. **Energies**, v. 6, n. 2, p. 598-618, 2013.

PEREIRA, Adriana Camargo. **Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente**. 1. ed. São Paulo**:** Saraiva, 2008.

PÉREZ, Gabriel *et al.* Use of rubber crumbs as drainage layer in green roofs as potential energy improvement material. **Applied Energy**, v. 97, p. 347-354, 2012.

PERI, G.; TRAVERSO, M.; FINKBEINER, M.; RIZZO, G. Embedding “substrate” in environmental assessment of green roofs life cycle: evidences from an application to the whole chain in a Mediterranean site. **Journal of Cleaner Production,** v. 35, n. 1, p.274-287, 2012.

PERINI, Katia; ROSASCO, Paolo. Is greening the building envelope economically sustainable? An analysis to evaluate the advantages of economy of scope of vertical greening systems and green roofs. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 20, p. 328-337, 2016.

PERUSSI, Rafael; DA SILVA VECCHIA, Francisco Arthur. Análise do comportamento térmico de um sistema de cobertura verde utilizando plataformas de teste. **PARC Pesquisa Em Arquitetura E Construção**, v. 7, n. 4, p. 225-236, 2016.

PEZZEY, John CV. Sustainability constraints versus" optimality" versus intertemporal concern, and axioms versus data. **Land Economics**, p. 448-466, 1997.

PICKETT, S.T.A., CADENASSO, M.L., GROVE, J.M., BOONE, C.G., GROFFMAN, P.M., IRWIN, E., KAUSHAL, S.S., MARSHALL, V., MCGRATH, B.P., NILON, C.H., POUYAT, R.V., SZLAVECZ, K., TROY, A., WARREN, P. Urban ecological systems: scientific foundations and a decade of progress. **Journal of Environment Management**, 92, 331-362, 2011.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. 3. ed. Londrina: E. Rodrigues, 2002.

PRATES, J. F. M. **Desempenho de coberturas verdes em zonas urbanas.** Universidade de Aveiro, 2012.

RAES, D.; Timmerman, A.; Hermy, M. and Mentens, J. 2006. GreenRoof – water balance model. K.U.Leuven University, **Faculty of Bioscience Engineering, Division of Soil and Water Management,** Leuven, Belgium. Disponível em: https://iupware.be/?page_id=865. Acesso em: 05 jun. 2018.

RAIMONDO, Fabio *et al.* Plant performance on Mediterranean green roofs: interaction of species-specific hydraulic strategies and substrate water relations. **AoB plants**, v. 7, 2015.

RAZZAGHMANESH, M.; BEECHAM, S.; BRIEN, C. J. Developing resilient green roofs in a dry climate. **Science of the Total Environment**, v. 490, p. 579-589, 2014.

REES, William E. The ecological crisis and self-delusion: implications for the building sector. **Building Research & Information**, v. 37, n. 3, p. 300-311, 2009.

ROBERT, Kates W.; PARRIS, Thomas M.; LEISEROWITZ, Anthony A. What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. **Environment: science and policy for sustainable development**, v. 47, n. 3, p. 8-21, 2005.

RODRIGUES VIEIRA, Kainã *et al.* TELHADOS VERDES PARA CONFORTO TÉRMICO. In: **7ª JICE-JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO**. 2016.

ROEHR, Daniel; KONG, Yuewei. Runoff reduction effects of green roofs in Vancouver, BC, Kelowna, BC, and Shanghai, PR China. **Canadian Water Resources Journal**, v. 35, n. 1, p. 53-68, 2010.

ROWE, D. B., Getter, K. L. and Durhman, A. K. (2012). **Effect of green roof media depth on Crassulacean plant succession over seven years,** in Landscape and Urban Planning, pp. 310–319.

ROWE, D. B. (2011). **Green roofs as a means of pollution abatement,** in Environmental Pollution, pp. 2100–2110.

SACHS, Ignacy. **Rumo à ecossocioeconomia.** São Paulo: Cortez, 2007.

SALEIRO FILHO, M. O.; REIS-ALVES, L. A.; SCHUELER, A. S.; ROLA, S. M. Além de um Diálogo Reservado com as Estrelas: O Processo de Formação e Transformação do Terraço Jardim ao Telhado Verde. **RCT – Revista de Ciência e Tecnologia**, 1 (1), 12 p., 2015.

SANTOS, Daniel José Pereira. **Desempenho térmico de uma cobertura verde num edifício solar passivo.** 2012, f. 79. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2012.

SCHUNCK, E.; OSTER, H. J.; BARTHEL, R.; KIESSL, K. **Roof Construction Manual.** Pitched Roofs. Birkhäuser Edition Detail, 2003.

SCOFIELD, John H. Efficacy of LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings. **Energy and Buildings**, v. 67, p. 517-524, 2013.

SHARMA, Anu *et al.* Green and cool roofs to mitigate urban heat island effects in the Chicago metropolitan area: Evaluation with a regional climate model. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 6, p. 064004, 2016.

SHARMAN, L. **City of Sidney: Green Roofs and Walls Policy Implementation Plan.** 2014. Disponível em: http://www. cityofsydney.nsw.gov.au/vision/sustainable-sydney-2030/strategic-directions/a-leading-environmental-performer/greening-the-city/green-roofs-and-walls. Acesso em: 20.dez.2017.

SHE, N. and PANG, J. Physically based green roof model, **Hydrologic Engineering**, 15, pp. 458–464, 2010.

SHENG, Lee Xia *et al.* Integrated sustainable roof design. **Procedia Engineering**, v. 21, p. 846-852, 2011.

SOLCEROVA, Anna *et al.* Do green roofs cool the air? **Building and Environment**, v. 111, p. 249-255, 2017.

SOCIEDADE SECRETA DE REABILITAÇÃO URBANA (2010) - Praça de Lisboa: o não-património. Porto: SSRU. Disponível em: https://ssru.wordpress.com/tag/praca-de-lisboa/. Acesso em: 11 jan.2020.

SPEAK, A. F. *et al.* Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city, in **Atmospheric Environment**, pp. 283–293, 2012.
SPECHT, K. *et al.* Urban agriculture of the future: an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings. **Agriculture and Human Values**, v. 31, n. 1, p. 33–51, mar. 2014.

STODDART, H., Schneeberger, K., Dodds, F., Shaw, A., Bottero, M., Cornforth, J., e White, R. (2011). **A pocket guide to sustainable development governance**. London United Kingdom, Stakeholder Forum, 2011.

STOVIN, Virginia. The potential of green roofs to manage Urban Stormwater. **Water and Environment Journal**, v. 24, n. 3, p. 192–199, 2010.

STOVIN, Virginia; VESUVIANO, Gianni; DE-VILLE, Simon. Defining green roof detention performance. **Urban Water Journal**, v. 14, n. 6, p. 574-588, 2017.

STOVIN, Virginia *et al.* The influence of substrate and vegetation configuration on green roof hydrological performance. **Ecological Engineering**, v. 85, p. 159-172, 2015.

STOVIN, Virginia; POË, Simon; BERRETTA, Christian. A modelling study of long term green roof retention performance. **Journal of environmental management**, v. 131, p. 206-215, 2013.

SUSAN, M.; SERDAR, C.; WILLIAM, R. Green Roof Storm-Water Runoff Quantity and Quality. **Journal of Environmental Engineering**, v. 139, n. 4, p. 471–478, 1 abr. 2013.

SUSCA, Tiziana. Green roofs to reduce building energy use? A review on key structural factors of green roofs and their effects on urban climate. **Building and Environment**, p. 106, 2019.

SUSCA, Tiziana; GAFFIN, Stuart R.; DELL'OSSO, G. R. Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs. **Environmental pollution**, v. 159, n. 8-9, p. 2119-2126, 2011.

SYNNEFA, A .; SANTAMOURIS, M. Avanços nos aspectos técnicos, políticos e de mercado da tecnologia de telhado frio na Europa: O projeto Cool Roofs. **Energia e edifícios** , v. 55, p. 35-41, 2012.

TABARES-VELASCO, P. C,; SREBRIC, J. Experimental quantification of heat and mass transfer process through vegetated roof samples in a new laboratory setup. International journal of heat and mass transfer, v. 54, n. 25, p. 5149-5162, 2011.

TADEU, António *et al.* Drainage and water storage capacity of insulation cork board applied as a layer on green roofs. **Construction and Building Materials**, v. 209, p. 52-65, 2019.

TALEB, Hanan M. Using passive cooling strategies to improve thermal performance and reduce energy consumption of residential buildings in UAE buildings. **Frontiers of Architectural Research**, v. 3, n. 2, p. 154-165, 2014.

TALEGHANI, Mohammad; SAILOR, David; BAN-WEISS, George A. Micrometeorological simulations to predict the impacts of heat mitigation strategies on pedestrian thermal comfort in a Los Angeles neighborhood. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 2, p. 024003, 2016.

TEEMUSK, A. and Mander, Ü. Rainwater runoff quantity and quality performance from a greenroof: The effects of short-term events, in **Ecological Engineering**, pp. 271–277, 2007.

TEIXEIRA, Manuel. Habitação popular na cidade oitocentista - As ilhas do Porto. Lisboa, **Fundação Calouste Gulbenkian & Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica**, 1996.

THOMPSON, Edward Palmer; DOMÈNECH, Antoni; HOBSBAWM, Eric J. **La formación de la clase obrera en Inglaterra.** 1989.

TOLDERLUND, L. Design Guidelines and Maintenance Manual for Green Roofs in **The Semi-Arid and Arid West**, 2010.

TOWNSHEND, D. Study on Green Roof Application in Hong Kong, in **Final Report,** pp. 42–53, 2007.

TRINH, D. H.; CHUI, T. F. M. Assessing the hydrologic restoration of an urbanized area via an integrated distributed hydrological model. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 17, n. 12, p. 4789-4801, 2013.

TYLOR, E. B. Primitive Culture: Researches into the Development of Mythology, Philosophy, Religion, Art, and Custom. London: John Murray, 1871. _____. **La Civilisation primitive.** Paris: C. Reinwald et. Cie., 2 v., 1871.

VAN BELLEN, Hans. Michael. Sustainable development: presenting the main meansurement methods. **Ambiente & Sociedade**, v.7, n1, p.67-87, 2004.

VIJAYARAGHAVAN, K. Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2016.

VIJAYARAGHAVAN, K.; JOSHI, U. M. Application of seaweed as substrate additive in green roofs: Enhancement of water retention and sorption capacity. **Landscape and Urban Planning**, v. 143, p. 25–32, 2015.

VIJAYARAGHAVAN, K.; JOSHI, U. M.; Can green roof act as a sink for contaminants? A methodological study to evaluate runoff quality from green roofs, in **Environmental Pollution**, 2014.

VIJAYARAGHAVAN, K.; JOSHI, U. M.; BALASUBRAMANIAN, R. A field study to evaluate runoff quality from green roofs. **Water Research,** v. 46, n. 4, p. 1337–1345, 2012.

VIJAYARAGHAVAN, K. and RAJA, F. D. Design and development of green roof substrate to improve runoff water quality: Plant growth experiments and adsorption, in **Water Research**, pp. 94–101, 2014.

VIJAYARAGHAVAN, K. and RAJA, F. D. Pilot-scale evaluation of green roofs with Sargassum biomass as an additive to improve runoff quality, in **Ecological Engineering**, pp. 70–78, 2015.

VILLARREAL, Edgar L. Runoff detention effect of a sedum green-roof. **Hydrology Research**, v. 38, n. 1, p. 99-105, 2007.

XIAO, M. *et al.* A review of green roof research and development in China, in **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, pp. 633–648, 2014.

WILKINSON, S. *et al.* Technical considerations in green roof retrofit for stormwater attenuation in the Central Business District. **Structural Survey**, v. 33, n. 1, p. 36–51, 13.abr. 2015.

WONG, Kam-din; FAN, Qing. Building information modelling (BIM) for sustainable building design. **Facilities**, 2013.

WANG, Zhi-Hua; BOU-ZEID, Elie; SMITH, James A. A coupled energy transport and hydrological model for urban canopies evaluated using a wireless sensor network. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 139, n. 675, p. 1643-1657, 2013.

WILLIAM, Reshmina *et al.* An environmental cost-benefit analysis of alternative green roofing strategies. **Ecological Engineering**, v. 95, p. 1-9, 2016.

WILLIAMS, Nicholas SG; LUNDHOLM, Jeremy; SCOTT MACIVOR, J. Do green roofs help urban biodiversity conservation?. **Journal of applied ecology**, v. 51, n. 6, p. 1643-1649, 2014.

WONG, G. K. L.; JIM, C. Y. Quantitative hydrologic performance of extensive green roof under humid-tropical rainfall regime. **Ecological Engineering**, v. 70, p. 366–378, 2014.

WONG, N. H.; CHEN, Y.; ONG, C. L.; SIA, A. Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment. **Building and Environment**, v. 38, Issue 2, p. 261-270, Fev. 2003.

XU, Tengfang; SATHAYE, Jayant; AKBARI, Hashem; GARC, Vishal; TETALI, Surekha. Quantifying the direct benefits of cool roofs in an urban setting: Reduced cooling energy use and lowered greenhouse gas emissions. **Building and Environment,** v. 48, p. 1-6, 2012.

YAGHOOBIAN, Neda; SREBRIC, Jelena. Influence of plant coverage on the total green roof energy balance and building energy consumption. **Energy and Buildings**, v. 103, p. 1-13, 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos.** Trad. Daniel Grassi. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

YIO, Marcus HN *et al.* Experimental analysis of green roof substrate detention characteristics. **Water Science and Technology**, v. 68, n. 7, p. 1477-1486, 2013.

ZAMBRANO, Letícia m. de A. **Integração dos princípios da sustentabilidade ao projeto de arquitetura.** Tese de doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ/FAU/PROARQ, fev.2008.

ZHANG, Xiaoling *et al.* Barriers to implement extensive green roof systems: a Hong Kong study. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 16, n. 1, p. 314-319, 2012.

ZHAO, M. *et al.* (2014), Effects of plant and substrate selection on thermal performance of green roofs during the summer, in **Building and Environment**, pp. 199–211.

ZHAO, Qunshan *et al.* Rooftop surface temperature analysis in an urban residential environment. **Remote Sensing**, v. 7, n. 9, p. 12135-12159, 2015.

ZHOU, Lei, Keivani, Ramin, e Kurul, Esra. (2013), Sustainability performance measurement framework for PFI projects in the UK. **Journal of Financial Management of Property and Construction,** Vol. 18 No. 3, pp. 232-250.

ZINCO. **Sistemas zinco para coberturas verdes.** Disponível em: http://www.zinco.pt/downloads/guias/Sistemas_coberturas%20ecologicas.pdf. Acesso em: 15 fev.2019.

APÊNDICE A – Histórico e Produção Acadêmica

Ingresso no mestrado	Março/2018
Disciplinas Cursadas	-Produção Limpa – PEP (Programa de Engenharia de Produção) -Gestão de Desenvolvimento de Produtos – PEP -Transportes e Gestão de Logística Internacional – PEP -Metodologia Científica – PEP -Manejo de Resíduos Sólidos – PCA (Programa de Ciências Ambientais)
Artigos aprovados	-Os desafios da construção civil sob o olhar da sustentabilidade (XXV SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção 2018) -Evolução das pesquisas correlacionadas à gestão da cadeia de suprimentos e pegada de carbono (XV SICI – Simpósio Internacional de Ciências Integradas 2018) -Telhado: Para que te quero verde? (VII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto 2019)
Artigo submetido para publicação em *Journal*	-Circular Economy applied to building construction. Beyond the waste (Civil Engineering and Environmental Systems, JCR: 1.394, manuscript ID: GCEE-2020-0052, 2020)
Participação em Simpósio / Conferência	-XXV SIMPEP 2018 -XV SICI 2018 -1ª Conferência Internacional de Tecnologias Verdes e Sustentabilidade Urbana 2019, SP
Estágio	Portugal, Fevereiro a Abril/2019

APÊNDICE B – Roteiro para entrevista sobre telhados verdes

DATA: **CASO ESTUDADO:**

DADOS DO ENTREVISTADO:

NOME:

CARGO:

EMAIL:

CARACTERIZAÇÃO DO CASO:

LOCALIZAÇÃO: TAMANHO (M²):

CLIMA LOCAL:

ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO (EU TENHO QUE VERIFICAR):

POSSUI SELO, CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL, PRÊMIO:

FOI CONSTRUÍDO COM SUBSÍDIO DA PREFEITURA?

A CIDADE POSSUI LEI, NORMA, INCENTIVO PARA A CONSTRUÇÃO DE TV?

NA CONSTRUÇÃO: MÃO-DE-OBRA COMUM OU ESPECIALIZADA (FORAM TREINADOS?):

SOBRE O TELHADO:

INCLINADO, RETO:

INTENSIVO, EXTENSIVO:

MODULAR OU CONVENCIONAL:

COMPOSIÇÃO DAS CAMADAS (SISTEMA CONSTRUTIVO):

TIPO DE VEGETAÇÃO:

EXPLICAR COMO É FEITA A MANUTENÇÃO, CASO POSSUA:

VIÉS DA SUSTENTABILIDADE: QUESTIONÁRIO DE SUSTENTABILIDADE ADAPTADO DE KAMALI, 2017

AMBIENTAL:

***ENERGIA RENOVÁVEL:**

-USO DE PLACA SOLAR PARA CAPTAÇÃO DE ENERGIA?

***DESEMPENHO ENERGÉTICO E ESTRATÉGIAS DE EFICIÊNCIA:**

-HÁ ECONOMIA DE ENERGIA (COMO PELA DIMINUIÇÃO DE AR-CONDICIONADO, POR EX)?

***ESTRATÉGIAS DE EFICIÊNCIA HÍDRICA E DE ÁGUAS RESIDUAIS:**

-HÁ CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA REUSO? CASO POSITIVO, ONDE É REUTILIZADA? (SANITÁRIOS, LIMPEZA, IRRIGAÇÃO DO TELHADO, ETC);

-COMO ELA É ARMAZENADA E TRATADA? (EXPLICAR O FUNCIONAMENTO COMPLETO)

***MATERIAIS REGIONAIS:**

-HOUVE REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS (SUBSTRATO, SISTEMA DE DRENAGEM, ETC)?

***GESTÃO DE RESÍDUOS:**

-SUBSTRATO ORGÂNICO, REAPROVEITAMENTO DE ALGUM RESÍDUO?

***GASES DE EFEITO ESTUFA:**

-HÁ MONITORAMENTO?

ECONÔMICO:

***TEMPO DE CONSTRUÇÃO:**

***CUSTO DE PROJETO (SE TEVE) E DE CONSTRUÇÃO:**

***CUSTOS OPERACIONAIS (MÃO-DE OBRA):**

***CUSTOS DE MANUTENÇÃO:**

***CUSTOS DE FIM DE VIDA, CASO ELE SEJA DESFEITO POR VONTADE PRÓPRIA, OCORRÊNCIA DE ALGUMA INSATISFAÇÃO):**

***GESTÃO INTEGRADA:**

-EXISTE ALGUM SOFTWARE OU APARELHO DE MEDIÇÃO INSTALADO PARA MONITORAMENTO DE DADOS?

-SE EXISTIR PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, HÁ CONTROLE FINANCEIRO DE ENTRADA E SAÍDA?

***CUSTOS DE REFORMA, CASO NECESSÁRIO (INFILTRAÇÃO, POR EX.):**

***DURABILIDADE PREVISTA DA CASA/PRÉDIO DEVIDO À PROTEÇÃO TÉRMICA (HÁ EXPECTATIVA DE DURABILIDADE MAIOR)?**
***DURABILIDADE PREVISTA DO TV (PARA QUANTIFICAR A DILUIÇÃO DO INVESTIMENTO AO LONGO DOS ANOS)**

SOCIAL:

***CONFORTO TÉRMICO, VISUAL E BEM-ESTAR PERCEBIDO:**
***INFLUÊNCIA NA ECONOMIA LOCAL (AS PESSOAS VÊM MAIS PARA ESSE LOCAL DEVIDO AO TV?)**
***FUNCIONALIDADE E USABILIDADE DO ESPAÇO FÍSICO – DESENVOLVIMENTO SOCIAL LOCAL (ENTRETENIMENTO, SOCIALIZAÇÃO, HORTA COMUNITÁRIA, ETC)**
***ESTÉTICA (O ANTES E O DEPOIS FOI PERCEBIDO PELA POPULAÇÃO?)**
***POSSUI ACESSIBILIDADE A DEFICIENTES?**
***ACEITAÇÃO E SATISFAÇÃO – HOUVE MANIFESTAÇÃO PÚBLICA, REPORTAGENS, ETC?**

HÁ ALGUMA OUTRA OBSERVAÇÃO A SER FEITA?
A cada item, verificar se há algo que ele gostaria de comentar
Detalhar cada resposta

APÊNDICE C – Transcrição da entrevista realizada em Portugal

Entrevista I
Diretor da Neoturf
Telhado Verde: Praça Lisboa
Entrevista realizada em 08/03/2019
Tempo de duração de aproximadamente 30 minutos.

Entrevistador: Boa tarde, Neoturf, nós estamos aqui para fazer um roteiro da entrevista sobre o estudo de caso de cobertura verde e eu queria que você discorresse sobre os assuntos que eu vou te passar em seguida. Eu queria saber o seu nome, o seu cargo, por favor.

Neoturf: Olá, boa tarde! Obrigado por esta entrevista que acho que vai ser interessante o trabalho que vai ser realizado. O meu nome é (oculto) eu sou o diretor geral da empresa Neoturf Espaços Verdes Ltda., uma empresa portuguesa dedicada aos espaços verdes e com uma especialização muito forte em infraestruturas verdes nomeadamente coberturas verdes e jardins verticais.

Entrevistador: Neoturf, tudo que eu for te perguntar agora eu vou pedir pra você discorrer sobre cada questão e explicar cada resposta sua, por gentileza. Nós vamos falar sobre o caso da Torre dos Clérigos, né? E eu queria que você falasse o tamanho que foi executado a cobertura verde nele.

Neoturf: Assim, eu não tenho os dados do projeto comigo, mas posso depois enviar ao certo. Nós fomos projetistas, nós demos apoio técnico ao arquiteto Pedro Balonas, que é o autor do projeto de arquitetura, no fundo o pai da ideia daquela cobertura naquele edifício, em termos de tamanho não posso, não consigo agora concretizar, se calhar rondará aos 3000 metros quadrados ou algo assim ou talvez mais que isso. O nome, portanto, é conhecido por Praça de Lisboa por mais estranho que parece é Praça de Lisboa, tradicionalmente chamou-se Praça das Oliveiras e, por isso, é que isso era o nome antigo daquele local, a Praça das Oliveiras, possivelmente era um local onde se faziam transações agrícolas também e feiras e enfim há muitos anos atrás. Neste momento é conhecido como Praça de Lisboa, mas as Oliveiras estão lá exatamente para marcar um bocadinho da história do lugar.

Entrevistador: Tá certo. Eu queria saber se essa cobertura Verde ela possui algum selo, certificado ambiental, ou se recebeu algum prêmio?

Neoturf: Não, não tem, que eu tenho conhecimento, não. Nós depois da fase de Projeto acabamos por nos afastar um pouco do contacto com o dono da obra, mesmo em fase de obra nós não acompanhamos a obra, portanto não sabemos como é que foi feita a execução e não temos conhecimento desse projeto. Em termos de arquitetura eu admito que tem a ganhar alguns prêmios, porque foi um projeto muito badalado, mas nós podemos contactar o arquiteto Pedro Balonas a saber se de fato ele ganhou algum prêmio e que prêmio é que ganhou, se houver interesse nisso.

Entrevistador: Tá. Eu queria saber a respeito da construção se foi feito com subsídio da prefeitura.

Neoturf: Não, não houve. Aquele espaço é um espaço que foi confeccionado em privado durante bastantes anos eu estou convencido, mas deveria, deveremos confirmar que foi por 90 anos que este privado tem direito a explorar o espaço e, portanto, o privado fez investimento que achou que deveria fazer para promover o imóvel e com enorme sucesso, como se vê neste momento.

Entrevistador: Como você caracterizaria o clima local e o índice pluviométrico de chuvas e pra gente saber depois como que é feito a irrigação disso.

Neoturf: É um clima, o Porto é um clima claramente Atlântico. Nós temos invernos chuvosos, temos primaveras amenas com alguma chuva, ou às vezes com bastante chuva, Abril pode ser um mês com bastante chuva e depois temos um verão é que tipicamente quando o anticiclone dos Açores está bem localizado temos o regime de Nortada ventos do Norte e céu limpo normalmente com ventos muito fortes, mas sem chuva, portanto, nós podemos em anos muito secos, ter períodos de mais de 2 meses ou até 3 meses sem chuva o que para as plantas é um desafio grande, nomeadamente acrescentando a questão da do vento que é um fator de desidratação ainda maior das plantas. Neste caso, como estamos no centro do Porto, embora numa cota mais alta, numa cota de cobertura é uma cota mais baixa que os edifícios envolventes e assim sendo tá perfeitamente protegido dos ventos e não, mas fenômeno nesta cobertura não é não é assim tão tão tão importante, é mais o calor que se faz sentir no centro da cidade e portanto não se sente tanta influência da frescura do mar.

Entrevistador: A construção foi utilizada mão-de-obra comum ou especializada?

Neoturf: Eu não tenho, como digo, muitos dados sobre a execução. Sei que terá sido uma empresa de construção de jardins a construir a cobertura. Não terá sido, não sei se alguma equipa especializada em coberturas verdes, mas tenho muitas dúvidas,

porque não há assim tantas equipas que ‘tejam’ especializadas em coberturas verdes em Portugal.

Entrevistador: A cidade do Porto possui alguma Lei, Norma ou incentivo para construção de coberturas verdes?

Neoturf: A cidade do Porto está nesse processo neste momento. A cidade do Porto está numa revisão do seu plano diretor municipal, do seu PDM. Houve com a Associação Nacional de Coberturas Verdes apresentou o Projeto Quinto Alçado do Porto que foi um projeto da minha autoria que apresentamos ao Vereador do Ambiente da Câmara do Porto, foi um projeto executado durante um ano. Durante esse projeto tivemos a trabalhar com dois municípios estrangeiros que não foram escolhidos por nós, foram escolhidos dentro de uma, digamos, de uma pergunta que foi feita à Federação Europeia de Coberturas Verdes e à Federação Mundial e aos técnicos do município do Porto qual seria, enfim, quais seriam as cidades que eles consideram mais importantes para testar os modelos e, portanto, surgiu Londres e surgiu Linz na Áustria, nós trabalhamos com esses departamentos, alguns deles com mais de 20 anos de trabalho nesta área e depois acabamos por chegar num processo de um ano várias tarefas foram realizadas, nomeadamente um potencial das coberturas Verdes na cidade do Porto podem ver no site da Associação que é *greenroofs.pt* se entrarem em projetos vão encontrar um mapa onde aparecem identificadas todas as coberturas verdes da cidade do Porto, no mapa. Pronto, quem quiser visitar é fácil, é só andar com o telemóvel e ver onde é que elas estão, obviamente, que há mais, porque muitas das coberturas são coberturas sobre garagem em cota de piso público, portanto, nós nunca sabemos se é um jardim se é uma se é uma garagem que está lá enterrada, portanto são difíceis de identificar. No final desse programa todo extenso foi apresentado ao promotor da Câmara com modelo a seguir que passará muito por e no fundo perceber que nas zonas mais sensíveis em termos ambientais da cidade se nós tivermos as coberturas verdes com determinadas performance podemos evitar muitos daqueles que são os fenômenos ambientais mais gravosos para as populações como são o efeito ilha de calor, a poluição, as cheias, enfim, tudo isso, mas pela primeira vez o Porto como cidade poderá avançar por uma política que em vez de exigir coberturas verdes, vai exigir coberturas verdes com uma determinada performance ou seja, não adianta só colocar qualquer coisa na cobertura, temos colocar qualquer coisa na cobertura que garantidamente nos faça, nos preste determinados serviços e aí a Câmara está a estudar a possibilidade até de conceder

talvez um incentivo, mas isto neste momento, como digo, está tudo a ser estudado pelos técnicos municipais, vai ser vertido no plano diretor municipal e nos regulamentos ambientais urbanísticos da cidade do Porto e esperamos nós, nós a Associação Nacional de Coberturas Verdes e neste caso que também sou representante da Associação Nacional de Coberturas Verdes, vermos de facto uma primeira cidade em Portugal com um programa mais sério sobre infraestruturas verdes e soluções baseadas na natureza.

Entrevistador: Tá certo. Sobre o telhado, ele é inclinado ou ele é reto?

Neoturf: O telhado, a laje, no fundo da laje da cobertura desse edifício é muito estranho porque é uma laje com diferentes inclinações com planos seguidos, com inclinações inversas, portanto é uma laje que não é nada convencional, fruto daquilo que foi trabalho arquitetônico efectuado, nomeadamente até para o ambiente interior daqueles restaurantes e daquelas lojas e, portanto, é uma laje muito pouco convencional, terá sido a laje mais estranha que nós trabalhamos possivelmente. Mas sempre com alguma inclinação, não há, não há nenhuma parte da cobertura que seja plana.

Entrevistador: E o tipo de telhado, a cobertura verde é intensivo ou extensivo?

Neoturf: É claramente uma cobertura intensiva, é uma é uma cobertura feita a pensar na obtenção do efeito de jardim e, portanto, é claramente uma cobertura intensiva, ou jardim sobre cobertura.

Entrevistador: O sistema construtivo foi modular ou convencional?

Neoturf: O sistema construtivo nem projeto, como digo, nós não acompanhamos a execução, mas garantidamente que mesmo na execução não é um sistema modular, é um sistema convencional. Nenhum sistema modular conseguiria executar uma obra destas. Entrevistador: E você saberia falar qual foi a composição das camadas?

Neoturf: As camadas, tipicamente as camadas de projeto que tínhamos após impermeabilização tínhamos uma proteção mecânica dentro da impermeabilização, depois tínhamos um elemento de drenagem, tínhamos um filtro de separação, um substrato técnico e depois a vegetação. Como não acompanhamos a construção não sabemos de facto que é que foi feito, mas garantidamente haverá uma zona de drenagem também, portanto não sei com que materiais, não sei se foram os materiais que nós em projeto determinamos e depois há claramente vê-se cá há uma mistura de terra vegetal talvez com areia, que é a zona onde as plantas estão a viver e pronto, e as plantas no final.

Entrevistador: Qual é o tipo de vegetação?

Neoturf: É uma vegetação intensiva, portanto ali nós basicamente temos *cotoneaster horizontalis,* temos oliveiras e temos relvados, nada mais.

Entrevistador: E como é feita a manutenção?

Neoturf: A manutenção é feita exatamente como um jardim convencional, portanto com o mesmo número de visitas. O único cuidado é ter os cuidados com as quedas em altura nomeadamente nas zonas em que se tem que curvar mais próximo do edifício, digamos da platibanda do edifício em zonas de quedas e também uma atenção para perceber se a drenagem está a funcionar. De resto, o número de cortes da relva é exatamente igual ao jardim convencional, imagino eu que seja entre 26 e 29 cortes por ano, mas podas, os tratamentos fitossanitários, as adubações, tudo isso será igual a um jardim.

Entrevistador: Agora a respeito da parte ambiental, econômica e social que é que a gente vai falar sobre o viés da sustentabilidade da cobertura verde. A parte ambiental: o telhado possui energia renovável, ele tem uso de placa solar para captação de energia?

Neoturf: Não, não, e essa parte nós não entramos nesse raciocínio, nessa discussão, mas imagino que sendo a cobertura a ideia de ser uma cobertura de acesso público, seria ter a maior área possível para uso público e, portanto, que inviabilizava completamente a instalação de painéis para aquela área tão grande de lojas e restaurantes, portanto deve ter sido uma operação, uma opção clara em termos de projetos, ou seja, botar o espaço mais das condições para o uso das pessoas e não tanto para a eficiência energética do edifício.

Entrevistador: A respeito do desempenho energético e estratégias de eficiência, há economia de energia sentida pelo, por exemplo, a diminuição de ar condicionado utilizado, algo nesse sentido?

Neoturf: Assim, não existe nenhum estudo porque o edifício não há não há uma relação entre antes e depois, porque todo o edifício foi renovado e a cobertura foi colocada no dia zero, portanto não há essa relação. Claro que nós sabemos de todos os estudos que existem por todo o mundo e nomeadamente até nos países mais quentes, porque as coberturas mostram-se até mais efetivas naquilo que é proteção ao calor, nos países mais quentes e, portanto, é óbvio que nós, como a massa, uma profundidade grande de terra em cima daquele edifício é uma massa enorme, mais a vegetação a fazer evapotranspiração, mais a vegetação a funcionar como um guarda-

sol da própria cobertura com estes três efeitos nós conseguimos ter certeza poupar muita energia e acima de tudo não é só poupança energética, é o conforto energético, ou seja, se nós queremos 21 graus de temperatura ambiente naqueles restaurantes ou naquelas locais, nós possivelmente tem muitos dias do ano não necessitamos de ligar o ar condicionado para atingir 21 graus e portanto já muitas vezes não se fala só da questão da poupança energética, fala-se da forma como nós atingimos determinado conforto energético. Ter naturalmente 21 graus é ótimo. Ter 21 graus com ar condicionado não é tão bom assim.

Entrevistador: A respeito de estratégias de eficiência hídrica e de águas residuais, há captação de água pluvial para reuso?

Neoturf: Que eu tenha conhecimento, não, mas enfim, pode ficar na lista de perguntas a fazer ao projectista, porque isso é claramente um assunto das engenharias, das hidráulicas, da arquitetura, nós não acompanhamos esse processo, portanto, que nós tenhamos conhecimento não, mas nada como perguntar.

Entrevistador: Sobre materiais regionais, houve reutilização de materiais alternativos ou no substrato ou no sistema de drenagem, algo nesse sentido?

Neoturf: Não, não há, não há, não há reutilização de materiais, claramente não há.

Entrevistador: Sobre a gestão de resíduos, foi utilizado substrato orgânico, ou reaproveitamento de algum resíduo?

Neoturf: Não, substrato terá com certeza uma componente inerte, uma componente mineral, uma componente orgânica, mas claramente todas elas não de reutilização. Poderá, ou seja, há duas empresas em Portugal a fabricar matéria orgânica vinda de lixos urbanos não sei se utilizaram, mas não é muito comum. Normalmente a matéria orgânica utilizada neste tipo de operações é de origem vegetal e de material virgem, portanto não deverá ter sido.

Entrevistador: A respeito de gases de efeito estufa, há monitoramento?

Neoturf: Que eu tenha conhecimento, não, não há, não há, nem se vê nada ali, não sei se algum grupo, entretanto, algum grupo de investigação ou alguma Faculdade do Porto estará a fazer algum trabalho que nós tenhamos conhecimento e que seja de conhecimento da Associação Nacional de Coberturas Verdes, não.

Entrevistador: A respeito, agora, do viés econômico: qual o tempo de construção desse, dessa construção?

Neoturf: Essa cobertura verde deve ter demorado cerca de 4 meses a ser construída. Foi um prazo bastante curto mas mas o promotor queria abrir e sendo a cobertura

verde a última coisa é sempre uma grande correria para conseguirmos tê-la a tempo, portanto foi cerca de 4 meses, se calhar não chegou a tanto, 3 meses ou 4 meses.

Entrevistador: Qual foi o custo de projeto e de construção?

Neoturf: É assim, o custo de consultoria dum, neste caso, rondado os 7000 ou a volta disso, 8000 € em termos de consultoria. Só do projeto, a definição dos elementos todos da proposta em termos de em termos de execução, isto é claramente uma cobertura com toda a sua complexidade que deveria rondar o meio milhão de euros, na prática de facto não sei quanto é que custou a execução, mas vejo alguns pormenores que não estão conforme o projeto o que pode significar que outras opções durante a obra tenham sido tomadas para embaratecer a instalação.

Entrevistador: Hoje o custo de um telhado verde está em torno de quanto o metro quadrado?

Neoturf: Uma cobertura verde extensiva ronda os 60 € por metro quadrado, entre 50 e 60 depende muito do tamanho. Quanto maior, mais barata fica. Uma cobertura intensiva que no final é um jardim, vai depender enfim de todo o projeto, da loucura que se quiser fazer, do tamanho das plantas, das árvores, dos lagos, das cascatas, dos heliportos, do que for, das piscinas, então, eu diria...

Entrevistador: Mas um convencional?

Neoturf: Sim, eu diria que uma cobertura intensiva convencional rondará os 270 €, 280, 250 por aí, entre os 250 € e 300 € o metro quadrado, tens uma excelente cobertura intensiva.

Entrevistador: Sobre custos operacionais, mão-de-obra.

Neoturf: A mão-de-obra normalmente significa, depende também do projeto, mas vamos imaginar que pode depender pode significar cerca de 20% num orçamento, por aí, a volta disso.

Entrevistador: Custos de manutenção?

Neoturf: O custo de manutenção desta cobertura é exatamente o custo de manutenção de um jardim. Nós podemos dar-lhe isso, somos, nós podemos responder isso calcular não sabemos quanto é que este promotor está a pagar por isso mas como temos um departamento de manutenções, eu posso pedir ao meu colega das manutenções para simular quanto é que nós faríamos para manter aquele jardim e será um valor real.

Entrevistador: Depois você me passa então, por favor.

Neoturf: Sim. Tem que me lembrar.

Entrevistador: Ok. Caso o telhado seja feito por vontade própria ou ocorrência de alguma insatisfação, você sabe me falar o custo de fim de vida?

Neoturf: Não, aí eu acho que devia dar uma olhadela no trabalho que foi feito no Instituto Superior Técnico, que eu acho que abordam essa temática, uma tese muito interessante, é uma análise de custo-benefício dos telhados verdes muito bem feita para a cidade de Lisboa e eu acho que vai encontrar aí a informação que quer.

Entrevistador: Ok. Sobre a gestão integrada, existe algum software ou aparelho de medição instalado para monitoramento de dados?

Neoturf: Não, não existe não.

Entrevistador: Então não há esse custo, né?

Neoturf: Não.

Entrevistador: Há produção de alimentos?

Neoturf: Também não existe.

Entrevistador: Custos de reforma, caso seja necessário, quanto você calcula, por metro quadrado seria?

Neoturf: Custo de reforma de que?

Entrevistador: Do telhado em si, tirar a vegetação, fazer o reparo e colocar novamente.

Neoturf: Assim eu nem penso nisso porque eu acho que se tudo tiver bem feita a partida nós temos ali uma cobertura para 40 anos. Eu acho que quando o edifício todo precisar de intervenção também a cobertura se calhar nesse momento vai precisar ou até o edifício vai precisar primeiro que a própria cobertura. Quanto custa em si não sei, depende, é uma coisa, se for uma coisa pontual vai ter um custo, se for uma coisa maior, vai ter outro custo, é muito que tipo de patologia, ou seja, pra resolver que tipo de patologia tantas nos edifícios que é difícil de concretizar. Agora se me perguntar, tirar aquela cobertura e fazer outra, é assim, eu acho que nós temos um custo praí de uma obra e meia. É meia para tirar e uma pra fazer uma nova.

Entrevistador: Certo. A durabilidade prevista do edifício é devida à proteção térmica, existe uma expectativa de durabilidade maior?

Neoturf: Sim, claramente sim, que isso é um, enfim, já é, a bibliografia já é extensa nesse aspecto e percebe-se que a impermeabilização pode facilmente duplicar o tempo de vida. Sabemos nós que todos os materiais sofrem a ação das condições climatéricas nomeadamente os raios UV, do vento, do frio, do calor, com a cobertura verde nós temos esses processos todos estabilizados e, portanto, os materiais que

estão confortavelmente a viver e, portanto, vão viver mais anos do que do que seria expectável, sim.

Entrevistador: E a durabilidade prevista da cobertura, existe um tempo previsto para isso ou é enquanto durar a vegetação ou algo nesse sentido?

Neoturf: Não entendi, agora a validade prevista da parte da vegetação?

Entrevistador: Isso.

Neoturf: É assim, é o normal. Qualquer das espécies que está lá instalada, da forma como está, com as profundidades do substrato que tem, isso vai ter uma vida normal, portanto, no caso das Oliveiras nós sabemos que podem viver centenas de anos. No caso da relva sabemos os cuidados que tem que ter, mas tendo uma manutenção normal com as (indecifrável) isso tudo não tem também limite nenhum, no caso das arbustivas possivelmente chegarão a um ponto em que 'vão tá' mais lenhosas, mais velhas, menos bonitas e se calhar aí o promotor vai querer renovar e isso pode ser um processo que vai acontecer daqui a 15 anos ou por aí, mas por uma questão de estética, não da sobrevivência das espécies.

Entrevistador: Bom, agora a respeito do viés social. Sobre conforto térmico, visual e bem-estar percebido. Você pode me falar sobre isso?

Neoturf: É, conforto térmico já já falamos sobre isso, em termos visuais é muito nítido que aquela zona, que era uma zona qualquer, que era um problema da cidade, era um centro comercial abandonado em que já havia, enfim, algumas atividades até ilícitas lá pelo meio e este projeto veio revitalizar. Por outro lado, é extraordinário como no Centro Histórico da cidade há um edifício moderno que que que traz numa zona totalmente impermeabilizada, sem qualquer metro quadrado de espaço verde, de repente cria um parque de acesso público para acesso aos cidadãos e às pessoas que visitam a cidade do Porto. Neste momento, no início estranhou-se, neste momento acho que já se entranhou e é claramente um ponto de encontro onde nós passearmos, vermos os estrangeiros calmamente deitados na relva a usufruir aquela paisagem incrível, entre a Torre dos Clérigos e a Livraria Lello, que é do outro lado, a Faculdade nas costas e, portanto, eu acho que teve um impacto em termos sociais muito grandes e sem dúvida em termos ambientais, porque como digo, não havia um metro quadrado de jardim naquele naquele local e portanto neste momento temos ali uma enorme quantidade de metros quadrados a promover estes serviços ecossistêmicos que nós precisamos, não?

Entrevistador: Aumentou bem a economia local.

Neoturf: Isto aparece-me um bocadinho no no no mesmo momento em que o Porto é conhecido lá fora, em que o turismo aumenta exponencialmente, mas estou convencido que é uma peça da cidade incontornável nesse momento, em termos de visita.

Entrevistador: A respeito de funcionalidade e usabilidade desse espaço físico, qual foi o desenvolvimento social local percebido e efetivo?

Neoturf: Assim toda aquela zona do comércio está completamente cheia, ou seja, a operação em si é um sucesso. Para as populações locais é um espaço que finalmente tenham um espaço natural que podem usar, que podem visitar e, portanto, embora aquilo seja um espaço privado, ok? Tem umas horas em que possivelmente se o privado quiser pode fechar o acesso, mas como nós vimos na visita que fizemos, entramos sem qualquer tipo de oposição e nesse sentido é um espaço perfeitamente incrível para as pessoas que vivem nesta zona nesta zona do centro da cidade que que que tem uma escassez gigantesca de espaços verdes.

Entrevistador: E nós vimos que em cima do Telhado tem bares e pessoas deitadas lendo e eles ficam por lá fazendo isso mesmo, confraternizando, né?

Neoturf: Sim, e à noite é um sítio, tem um bar que se chama, acho que se chama Base e que é um bar muito procurado na cidade em que as pessoas vão e de facto é incrível estar naquele, em cima daquela cobertura, olhar no meio mesmo daquele triângulo entre a Torre dos Clérigos, Faculdade, Livraria Lello, é um privilégio, é uma coisa única numa cidade com a história do Porto, é uma coisa de facto incrível, e que as pessoas nomeadamente estrangeiros, mas também os locais têm aderido imenso e o espaço está sempre cheio.

Entrevistador: O local possui acesso a deficientes?

Neoturf: Sim, o acesso de toda a cobertura é um acesso sem, não é toda, há um acesso que é um acesso que tem escadas, outro acesso é uma rampa rampeada.

Entrevistador: Houve uma comprovação de aceitação e satisfação em relação a esse desenvolvimento da cobertura nesse local, houve uma manifestação pública ou alguma reportagem?

Neoturf: Houve, foi um processo público, portanto o projeto foi apresentado, teve, foi dado conhecimento ao público, na altura havia certa controvérsia por parte até da arquitetura, enfim, mas isso é sempre para a arquitetura é sempre subjetiva, porque há sempre quem goste e quem não goste, pronto, e o município avançou e eu acho

que neste momento, como digo, é uma peça acho que já ninguém imagina aquilo outra forma.

Entrevistador: Neoturf, há alguma outra observação a ser feita, além daquela que nós já conversamos e você já explicou detalhadamente?

Neoturf: Não, acho que não, acho que acima de tudo é uma reflexão muito interessante esse projeto, porque coloca-nos sempre quando nós falamos nas grandes cidades e quando falamos em *nature-based solutions* quando falamos em introduzir vegetação na cidade, a maior parte das vezes as pessoas perguntam se, mas como é que isso é possível, não vai ser possível, a cidade está construída e outros dizem: não, Deus me livre, centro histórico, meu Deus, isto é uma barbaridade o que é que nós vamos fazer ao centro histórico? E este projeto acho que responde a isso tudo. Este projeto não tocou em nada que é histórico, este projeto valorizou as vistas sobre o que é histórico, é claramente uma peça moderna no meio de uma parte que é histórica, sem dúvida, mas que potência essa parte histórica e acima de tudo tem essa componente fundamental que é introduzir a preocupação ambiental e a preocupação social nomeadamente daquilo que é usufruto e a necessidade que as pessoas, que as populações têm de contactar com a natureza. Nós somos parte da natureza e, portanto, é o desenho tem que ser cada vez mais com a natureza, é nisso que eu acredito. Eu acredito e é uma das minhas, enfim, uma das frases que me segue sempre, que a vegetação deve ser considerada um obrigatório material de construção, ou seja, quando nós construímos, temos que colocar no nosso programa a pergunta: onde é que eu vou colocar a vegetação, como é que eu vou compensar esta ocupação de terreno natural e, portanto, ali é totalmente respondido, ou seja, nós temos o Quinto Alçado do edifício totalmente coberto de vegetação, demonstrando que podemos ter 100% de construção e 100% de vegetação.

Entrevistador: Isso é excelente, né! É o objetivo nosso, né, Neoturf?

Neoturf: Exatamente, é esse que é o nosso objetivo.

Entrevistador: Neoturf, eu agradeço a entrevista, a sua disponibilidade e eu vou pedir pra você qualquer documento que você tenha para me encaminhar para que seja feita triangulação de dados entre a entrevista e o visual que nós tivemos lá, a visita e a documentação efetiva, tá bom?

Neoturf: Ok, tudo bem, o prazer foi meu. Obrigado.

APÊNDICE D – Transcrição da entrevista realizada no Brasil

Entrevista II
Gerente de vendas da SkyGarden
Telhado Verde: Edifício Gazeta
Entrevista realizada em 19/07/2019
Tempo de duração de aproximadamente 30 minutos.

Entrevistador: Bom dia, SkyGarden! Nós estamos aqui para fazer um estudo de caso do telhado Verde do Edifício Gazeta. Hoje é dia 19 de julho e eu vou pedir para você falar o seu nome o seu cargo e alguma outra coisa que você queira falar de introdução da sua pessoa.

SkyGarden: Bom dia! Meu nome é (oculto) e eu trabalho como consultor de vendas na SkyGarden, estou na SkyGarden há 4 anos, sou engenheiro agrônomo e trabalho com venda e instalação de telhados verdes.

Entrevistador: A respeito da caracterização do caso do telhado Verde, vamos começar com a localização.

SkyGarden: O telhado Verde aqui é no prédio da Gazeta na Avenida Paulista, é um telhado Verde de aproximadamente 500 metros quadrados, a gente 'tá' localizada num clima tropical úmido, aproximadamente 500 metros quadrados e esse telhado Verde ele não possui algum tipo de prêmio ou certificação, não foi utilizada particular aqui né, foi feito uma contratação da Gazeta né, da Fundação Cásper Líbero em parceria com um ex-sócio da empresa, que era o Ricardo Cardim, para instalação de telhado Verde.

Entrevistador: Ele foi, a cidade aqui você sabe se ela possui uma lei, uma Norma, para construção de telhado Verde, algo nesse sentido?

SkyGarden: Na época da construção do telhado verde não tinha nada de incentivo, isso foi uma política que foi sendo conversada no decorrer do tempo. A cidade de São Paulo ainda não dá nenhum benefício para quem tem telhado Verde ainda 'tá em estudo né, então de uso de telhado, parede verde, como compensação ambiental, mas isso entrou em vigor, mas também, mas depois tiraram da tiraram de uso justamente por não ter uma boa aceitação, acredito.

Entrevistador: Na construção do telhado verde, houve mão de obra comum ou especializada? Eu digo especializada quando a pessoa teve um treinamento específico para realizar a construção do telhado Verde.

SkyGarden: O sistema que a gente trabalha, então existem alguns sistemas de telhado Verde no que é desenvolvido no Brasil. O nosso sistema eu posso dizer que ele é o único e é muito simples a instalação, porque é manta sobre manta e manta sobre manta coloca o substrato e fazer o plantio, ou seja, a gente vende como não precisa de mão de obra especializada. As pessoas que instalaram esse telhado Verde eles são jardineiros comuns, então o que ele tem de ter que ter de conhecimento para instalação de telhado Verde é realmente saber fazer plantio, é isso.

Entrevistador: E na parte de impermeabilização, é feito com pessoal da mão de obra comum mesmo, não precisa de nenhuma empresa especializada a respeito disso?

SkyGarden: Não, na verdade a gente trabalha depois de impermeabilização, então a gente recomenda que o que procure uma empresa especializada em impermeabilização, hoje em dia utiliza-se muito Alvitrea, manta asfáltica e hoje tem outras tecnologias de manta líquida no mercado que atendem também o telhado Verde, mas a gente recomenda que procure uma empresa especializada e a partir daí a gente entra com nosso sistema.

Entrevistador: Ok. Sobre o telhado verde, ele é inclinado ou ele é reto?

SkyGarden: A gente pede que o importante pro telhado Verde sistema Skygarden é importante que não exista empoçamento, então uma inclinação a partir de 1% já é o suficiente para pra instalações do telhado verde.

Entrevistador: E do edifício Gazeta, ele é inclinado ou ele é reto?

SkyGarden: Ele é inclinado, ele tem essa queda pra drenagem.

Entrevistador: Ok. Ele é considerado intensivo ou extensivo?

SkyGarden: Aqui a gente considera ele como um intensivo mesmo, né, por ter mata nativa, ter outro tipo de vegetação que não só o gramado em si.

Entrevistador: E o substrato um pouco mais profundo ou não?

SkyGarden: Pras áreas de vegetação com porte maior a gente trabalha um pouco um pouco mais de substrato. No sistema SkyGarden, a gente, a partir de 4 cm substrato já é possível manter um telhado Verde. O de 4 cm seria só pra grama sem pisoteio, só pra placas de grama mesmo, conforme a gente aumenta a espessura desse substrato, a gente consegue colocar uma vegetação maior, então dá para ter uma diversidade maior no desenvolvimento do projeto paisagismo.

Entrevistador: Depois se você puder me mandar documentação daquilo que foi utilizado nos vários pedaços do telhado Verde, no pedaço que tem um telhado mais de fina camada e o outro com uma espessura um pouco maior, você pode me enviar?

SkyGarden: Mando, posso mandar sim. A gente tem um, como que fala, um corte, né, um corte das espessuras, mas é isso, do sistema construtivo em si não muda muita coisa de um produto para o outro. O que muda é a espessura do substrato.

Entrevistador: Tá. A composição das camadas desse sistema construtivo, como foi feita?

SkyGarden: A partir da impermeabilização, então cliente entrega a laje impermeabilizada e feita o a proteção mecânica. Seria um contrapiso de cimento. A partir daí a gente entra com nosso sistema. Primeiro é colocado manta plástica de 200 micras. A gente calcula cerca de 20% a mais da área para fazer os arremates de sobreposição e laterais. Por cima da lona plástica colocada uma manta geodrenante, que a gente trabalha cerca de 40% da área, essa manta geodrenante colocada nas bordas e feito uma espinha de peixe ou curva de nível, né, pra ajudar no, inicialmente a drenagem né, pra Condução do escoamento da água. Por cima da Manta geodrenante a gente ainda coloca uma manta bidim que tem a função de reter o substrato para evitar o escoamento. Depois, substrato, uma vegetação, uma coisa bem importante para gente é sempre respeitar o torrão da planta né, você não tirar totalmente o torrão da planta na hora da implantação.

Entrevistador: O sistema aqui é modular ou convencional aqui no telhado Verde do Edifício Gazeta?

SkyGarden: É que quando você fala modular convencional para mim o modular é um sistema de caixinhas. O trabalho aqui não é caixinha e o sistema convencional quando chama de convencional, entende-se que é quando é utilizado a terra né, trabalha com 15 cm de espessura de drenagem mais 30 cm de terra 25, 20 a 30 cm terra. O sistema Skygarden não se encaixa em nenhum dos dois perfil, eu acredito, porque a gente trabalha com espessura muito menor. O sistema de drenagem é diferenciado né, então a gente reduz muito peso sobre laje e telhado convencional a gente tem que trabalha numa carga de 300 kilos, 300, 400 kilos no metro quadrado, enquanto a gente num telhado Verde extensivo, como é o daqui, a gente trabalha numa carga de 200 kilos por metro quadrado, então não sei, eu diria que não não se encaixa nem no modular, nem no convencional. É nosso sistema.

Entrevistador: Qual o tipo de vegetação que compõe o telhado aqui no Edifício Gazeta?

SkyGarden: Nesse telhado aqui a gente utilizou a ideia no Paisagismo sustentável, né, é um projeto do Ricardo Cardim e foi trabalhado somente com espécies da região.

Como a gente em São Paulo a gente tá numa zona de transição entre Mata Atlântica e Cerrado aqui a gente compôs as duas espécies. Tem uma representação dos dois biomas, né, tanto Mata Atlântica, com um maciço de árvores, como as espécies do Cerrado também.

Entrevistador: Como é feita a manutenção aqui no telhado Verde?

SkyGarden: Manutenção comum. Eles têm um jardineiro que vem aqui uma vez por mês, faz a poda de grama, limpeza de folha seca e aqui a gente utiliza uma ideia de manutenção muito legal, que é devolver os nutrientes pro solo, né, pro sistema.

Toda poda ela é colocada como rama no sub-bosque da mata, vamos dizer assim, então toda poda ela retorna pro sistema. A manutenção é comum, não requer uma manutenção especial assim, jardineiro mesmo dá conta de fazer uma manutenção padrão.

Entrevistador: Agora sobre o viés da Sustentabilidade Ambiental.

O telhado verde possui uso de placa solar para captação de energia?

SkyGarden: Não.

Entrevistador: Há economia de energia, no caso pela diminuição de ar-condicionado percebido, se foi percebido a diminuição do custo de energia?

SkyGarden: Eu não sei dizer sobre sobre essa questão.

Entrevistador: Certo. Sobre estratégias de eficiência hídrica, de águas residuais, há captação de água pluvial para reuso?

SkyGarden: Aqui no telhado verde do Edifício Gazeta eu acredito que não. Muitos dos telhados verdes que a gente desenvolve é utilizada. Tem água de reuso dentro do prédio da Natura, Plaza Centenário, eles fornecem água de reuso pra rega do jardim, mas aqui especialmente eu acredito que por ser um edifício muito antigo não tem esse sistema pensado pra reuso.

Entrevistador: Sobre materiais regionais na construção do telhado Verde, houve utilização de materiais alternativos, como no substrato, sistemas de drenagem, alguma coisa nesse sentido?

SkyGarden: O substrato Skygarden é uma forma, uma fórmula japonesa né, então buscaram essa fórmula no Japão e hoje a gente utiliza materiais nacionais pra composição do substrato, então todos os ingredientes dos substratos são nacionais, a cinasita, a turfa, o próprio esfagno, que antes a gente importava, hoje a gente utiliza só produtos nacionais, né.

Entrevistador: Tá. Sobre a gestão de resíduos, há substrato orgânico, reaproveitamento de algum resíduo?
SkyGarden: Como já citei, a gente utiliza todo o material de poda que é feito, ele é colocado no telhado Verde, como uma forma de reciclagem de materiais, então você não tem essa geração de lixo, vamos dizer.
Entrevistador: Ele fica ali mesmo, né, ele é reaproveitado. Há monitoramento de gases de efeito estufa?
SkyGarden: Não.
Entrevistador: Agora sobre o viés econômico.
Quanto tempo de construção levou esse telhado?
SkyGarden: Como a gente trabalha só com manta, o nosso maior gargalo é o transporte vertical né, então tem que subir todo esse material. Geralmente é um trabalho demorado né, agora quanto à implantação em si é muito simples porque é manta, esticou as mantas, jogou substrato e o plantio é meio que posicionar as plantas até que ele se desenvolva por si. Aqui que foi cerca dede 500 metros quadrados com todo tempo que demora, de obra né, então acredito que a gente demorou duas semanas de implantação, 10 dias.
Entrevistador: Até que foi rápido.
SkyGarden: Até que foi rápido.
Entrevistador: O custo de projeto você tem ideia de quanto foi? Ou quanto é o custo de um projeto hoje, baseado na metragem desse edifício?
SkyGarden: Como telhado verde é uma coisa nova, vamos dizer, nas construções aqui né, então a gente trabalha muito junto essa questão dos projetos com a implantação, então a gente fornece o projeto né, voltado para telhado Verde então com as plantas específicas que a gente sabe que elas saem melhor por metro quadrado, quanto que a gente pode dizer, é uma é um valor muito variável que depende do tamanho de projeto da...
Entrevistador: Se for por metro quadrado hoje, pra fazer um projeto de um telhado verde, qual a média que você cobraria?
SkyGarden: Acho que uns R$ 700,00 o metro quadrado de projeto.
Entrevistador: E isso é de projeto, né, e de construção, de elaboração, como se fosse um telhado verde aqui do Edifício Gazeta, nessa metragem de 550m, você falou, numa espécie com mata atlântica, uma parte intensiva outra extensiva, quanto ficaria hoje isso, vamos dizer por metro quadrado num telhado verde?

SkyGarden: A instalação?
Entrevistador: Isso.
SkyGarden: Instalação, venda e instalação de material....
Entrevistador: Isso, que a gente falou do custo de um projeto....
SkyGarden: É como eu te falei, é muito relativo, você me pediu um projeto de 2 metros quadrados e um projeto de 500.
Entrevistador: E o de 500, vamos dizer por metro quadrado, sendo num total de 550 metros, baseado nisso.
SkyGarden: Projeto daqui, de 500, na média, não não não não no metro quadrado, mas quanto a gente cobrou de projeto da Ábaco? Entrou junto da implantação, né? A gente faz meio que...
Entrevistador: Até se você puder depois, uma média, isso, uma média, pra constar no meu trabalho o custo, porque é muito importante a parte do custo, porque hoje em dia todo mundo pensa realmente qual vai ser o custo, além dos benefícios, todo mundo acredita, mas é fundamental quando mexe no bolso, o custo sempre se torna importante no projeto, né? Qual vai ser o custo disso, então se você puder me passar depois, mais ou menos uma média do metro quadrado, eu agradeço.
SkyGarden: Tá.
Entrevistador: A respeito dos custos operacionais, uma mão-de-obra. Você tem o valor disso, baseado também sempre num Edifício como esse, quanto ficaria de mão-de-obra?
SkyGarden: De mão-de-obra, eu posso fazer uma conta aqui?
Entrevistador: Claro.
SkyGarden: De mão de obra pra 500m², vamos pensar na média de R$ 65.000,00.
Entrevistador: Tá. Isso por?
SkyGarden: Pra 500m².
Entrevistador: Tá, ok. Agora o custo de fim de vida, se caso o telhado verde tiver que ser desfeito por vontade própria ou por ocorrência de alguma insatisfação, qual o custo que seria para remover todo esse material e finalizar com telhado Verde?
SkyGarden: Pra 500m², é só o custo da remoção e descarte na verdade, porque não dá. O sistema depois de estabilizado ele vira uma placa, né, então aquilo é uma vegetação que vai perdurar por muito tempo, seja lá onde for colocado. Então, o interessante é que tivesse um destino adequado, né, ou seja, plantar isso em outro lugar, mas acho que o custo mesmo pra desmontar isso é se dê descarte, pensar em

caçamba e mão-de-obra de um peão, de serviço. Acredito que em uma semana, 3 pessoas, acredito que uns (10) 15 mil reais para poder remover tudo isso.

Entrevistador: Ok. A respeito de uma gestão integrada, existe algum software, ou aparelho de medição instalado para monitoramento de dados?

SkyGarden: Aqui não, na nossa sede a gente já teve uma parceria com pessoal da USP ali, para fazer esse monitoramento de dados. Em alguns projetos a gente utiliza um controlador, né? Então hoje em dia tem tanto Rain Bird, quanto Hunter, tem controladores que você pode ter controle remoto da sua irrigação, com identificação se tá chovendo ou não, umidade no ar, né, então existem, não é todos que tem. Aqui por exemplo tem o monitoramento da irrigação na verdade, não é nem monitoramento, é só uma automatização mesmo.

Entrevistador: Certo, então aqui não tem, né?

SkyGarden: Fui claro?

Entrevistador: Claro, foi, super claro.

Aqui existe produção de alimentos ou controle financeiro de entrada e saída, no caso de existir?

SkyGarden: Não.

Entrevistador: Custo de reforma, se precisar ser reformado por uma infiltração em algum determinado local, você tem hoje um custo pra me passar a respeito disso, se caso tiver infiltração num canto, se tiver que remover o material ali e refazer aquele pedaço, quanto seria por m² isso?

SkyGarden: É bem relativo também essa questão. É, acho que o maior custo seria com a impermeabilização, que aí já foge do nosso trabalho e referente ao sistema em si, como eu falei, ele pode ser removido e volta pro mesmo lugar depois de feito o reparo, né.

Entrevistador: Tá. O que é mais caro então seria a impermeabilização, que você não faz ideia do valor, né?

SkyGarden: Uhum, isso mesmo.

Entrevistador: E isso ficaria sempre a encargo do proprietário, né? Você sabe me dizer se aqui no Brasil sempre a impermeabilização é feita por conta do proprietário ou pode existir alguma empresa que também faça a impermeabilização.

SkyGarden: Existem, existem muitas empresas que fazem a impermeabilização.

Entrevistador: Que fazem também.

SkyGarden: Uhum.

Entrevistador: Só no seu caso que você não faz essa parte.
SkyGarden: É, não faço a impermeabilização.
Entrevistador: Tá.
A durabilidade prevista aqui do Edifício devido à proteção térmica, como a gente considera que há esse desempenho maior, uma expectativa maior de durabilidade do edifício, aqui foi percebido alguma coisa nesse sentido?
SkyGarden: Não sei te dizer, porque a gente, como eu te falei, a gente usa isso como um argumento de venda mesmo, da diminuição do trabalho da estrutura, né, mas aqui por ser um edifício muito antigo, não sei dizer se teve alguma coisa perceptiva nessa questão.
Entrevistador: OK. A durabilidade prevista do telhado verde e se gente quer calcular pra imaginar quanto tempo ele vai demorar pra diluir esse investimento, então se você imagina que esse telhado Verde vai durar 5 anos, 10 anos, 15 anos para algum dia ele ser totalmente retirado e feito um novo telhado Verde, qual a durabilidade prevista nesse sentido?
SkyGarden: É, eu posso te falar um pouco do substrato em si. Como as plantas elas vivem no substrato, né, então acho que o que compõe, o que comporta muito essa questão, seria a durabilidade do substrato. Nesse substrato que a gente utiliza da Skygarden, ele é basicamente turfa, né, ele é basicamente composto por turfa. Turfa já é um material orgânico em final de decomposição. A gente tem como a decomposição dele de 1% ao ano, ou seja, a cada 10 anos ele tem que repor 10% do seu investimento em substrato, né. Porém, como a gente utiliza essa questão da vegetação nativa que já tá adaptada ao ambiente, ao pouco recurso, eu entendo que que é o telhado Verde ele vai durar até que alguém queira tirar mesmo, ou que esteja afetando a estrutura, pois, é que a gente ainda não tem dado, né.
Entrevistador: Então você acredita que se ele se torne permanente?
SkyGarden: Permanente, é.
Entrevistador: Não tenha fim de vida.
SkyGarden: É, 50 anos, se fosse fazer.
Entrevistador: Tá bom.
Agora sob o viés social.
Você sabe me dizer se houve conforto térmico, visual, bem-estar percebido por parte dos locais?

SkyGarden: Bem-estar percebido talvez no microclima, né, pq no microclima, antes era uma laje nua, onde o sol batia no concreto e tinha um aquecimento onde ninguém conseguia ficar, hoje a gente vê muitas pessoas utilizando. Por ser um prédio, um Centro Educacional, então tem muitos grupos de alunos que vão, que utilizam o espaço né, então antes que era um lugar, uma laje nua, hoje é tido como espaço de convivência mesmo, de redução de temperatura na parte interna eu não sei dizer se teve esse essa percepção. É, agora de uso do espaço em si, com certeza aumentou bastante.

Entrevistador: Influência na economia local, se as pessoas vêm mais a esse local devido ao telhado verde, eu sei que aqui não é um local aberto ao público, né, mas se por um acaso existem pessoas que queiram vir aqui justamente pra ver o telhado verde, de repente por esse lado.

SkyGarden: Ah sim, aqui como é um case importante nosso, então a gente utiliza ele bastante recebendo estudante, Arquitetos, construtoras, clientes particulares, então a gente utiliza o espaço aqui como um case nosso pra mostrar o nosso trabalho. A gente utiliza muito, né.

Entrevistador: Sobre a funcionalidade, usabilidade do espaço físico, o desenvolvimento social, entretenimento, socialização, horta comunitária, você pode me falar a respeito disso?

SkyGarden: Como te falei, por ser um Centro de Educacional aqui, as pessoas utilizam muito lá o espaço, né.

Entrevistador: Pra socializar, pra confraternizar, né?

SkyGarden: É.

Entrevistador: A estética percebida pelos locais aqui, houve alguma indicação direta a vocês sobre o antes e o depois, ou até a sua percepção mesmo?

SkyGarden: Sim, sim, a minha percepção é muito do que os funcionários é que falam, né, principalmente o administrador, né, ele gosta muito do telhado verde. Ele acompanhou, ele trabalha aqui há muito tempo então ele sabe o quanto esse telhado Verde é, chama atenção das pessoas.

Entrevistador: Certo. Aqui possui acessibilidade para deficientes no telhado verde?

SkyGarden: Sim, sim, é tudo adaptado, né.

Entrevistador: Certo, que ótimo né?

A aceitação e a satisfação de todos e na verdade, manifestação pública, reportagens daqui do Edifício Gazeta a respeito do telhado verde?

SkyGarden: Sim, existem alguma algumas reportagens na internet sobre, não sei te falar uma agora, mas a gente tem, tem alguma divulgação.
Entrevistador: Eu pesquiso isso, pode deixar.
SkyGarden: Tanto é que semana que vem a gente tá vindo aí pra a gente fazer um, vai gravar um comercial junto com a Record pra, Record não, Gazeta, pra poder divulgar nosso trabalho.
Entrevistador: Aqui do telhado verde?
SkyGarden: Aqui do telhado verde.
Entrevistador: Que bacana.
Tem alguma outra observação que você queira fazer, algum comentário que você queira acrescentar, falar alguma coisa do telhado, alguma desvantagem, qualquer outra coisa que você queira falar a respeito do telhado Verde?
SkyGarden: É, o telhado Verde ainda é uma tecnologia, o nosso especialmente, né, ainda é muito retraída no mercado por conta de impermeabilizações, então as pessoas têm muito medo do uso do telhado verde, então a gente precisa de uma divulgação maior do nosso sistema em si, que eu acredito bastante. Dos telhados com a ideia da do paisagismo sustentável e utilização de telhados verdes em grandes centros urbanos eu acho muito importante pra um pouco do resgate do verde, né, então tanto dispersão de espécies nativas, como abrigo vida e fauna é muito importante hoje nos grandes centros, né.
Entrevistador: A biodiversidade aqui vocês percebem se há pássaros em volta ou abelhas?
SkyGarden: Muito, muito, por se tratar de um sistema vivo, né, dinâmico, então além da fauna aceitável, também tem alguns problemas com pragas, infestação, caramujo, então a gente tem toda a micro e macrofauna utiliza o telhado verde sim, né, então também com essa ideia de casar paisagismo sustentável, então utilizar espécies que sirvam de alimentação pra fauna, massagens tentavam então utilizar espécies que sirva de alimentação para fauna, ave, fauna nacional, local. Aqui eu gosto muito de falar desse telhado Verde aqui porque quando eu comecei a trabalhar na SkyGarden eu ia apresentar e o pessoal aí como é que ficam as árvores né, vai ficar uma árvore pequena mirrada, por não ter espaço para crescer, profundidade e hoje eu vejo que tem uma uma árvore com dap de 30 cm, então é bem legal né, de ver isso. É uma árvore você consegue subir em cima, consegue subir na árvore em apenas 15 cm de substrato, então é possível ter uma, mudar muito o seu local com telhado verde.

Entrevistador: Muito bom. Muito obrigada pela sua entrevista, SkyGarden, agradeço e até a próxima.
SkyGarden: Eu que agradeço.

APÊNDICE E – Sistematização das contribuições de pesquisa dos artigos analisados

TELHADOS VERDES

	AUTORES	ANO	TÍTULO	JOURNAL	CONTRIBUIÇÃO DE PESQUISA
1	Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R.R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K.K.Y., Rowe, B.	2007	Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services	BioScience	Este artigo analisa as evidências dos serviços ecossistêmicos das coberturas verdes nas áreas urbanas. Os autores sugerem cautela na escolha das plantas das devido ao tipo de clima e irrigação; mencionam que reduz o escoamento de águas pluviais; que prolongam a vida útil do telhado; que há economia de energia, mas precisam ser feitas comparações rigorosas de vários sistemas; que há diminuição de ilhas de calor; maximização da biodiversidade e que oferecem benefícios estéticos e psicológicos.
2	Lundholm, J., MacIvor, J.S., MacDougall, Z., Ranalli, M.	2010	Plant species and functional group combinations affect green roof ecosystem functions	PLOS ONE	O estudo examinou o papel da composição e diversidade de espécies de plantas na melhoria das funções do ecossistema. Os serviços ecossistêmicos dos telhados verdes podem ser melhorados plantando certos grupos de formas de vida em conjunto, contribuindo diretamente para as estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. As plantas altas, gramíneas e suculentas, merecem uma investigação mais aprofundada para investigação das relações de funcionamento da biodiversidade-ecossistema nos ecossistemas de telhado verde.
3	Li, D., Bou-Zeid, E., Oppenheimer, M.	2014	The effectiveness of cool and green roofs as urban heat island mitigation strategies	Environmental Research Letters	Esse estudo investigou a mitigação do efeito UHI em escalas urbanas por meio de estratégias de telhado verde e telhado frio. A comparação dos impactos em escala urbana das estratégias de telhado verde e telhado frio indica que as duas abordagens são igualmente eficazes na redução dos UHIs de superfície

					e próximos à superfície. Salientando que há variação de cidade para cidade e tipo de clima.
4	Speak, A.F., Rothwell, J.J., Lindley, S.J., Smith, C.L.	2012	Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city	Atmospheric Environment	O presente estudo analisou o uso da vegetação como filtro passivo do ar. As coberturas verdes com substrato mais profundo são preferíveis para remediar a poluição.
5	Akbari, H., Cartalis, C., Kolokotsa, D., Muscio, A., Pisello, A.L., Rossi, F., Santamouris, M., Synnefa, A., Wong, N.H., Zinzi, M.	2016	Local climate change and urban heat island mitigation techniques - The state of the art	Journal of Civil Engineering and Management	Esta revisão ilustrou técnicas de mudança climática local e de mitigação de ilhas de calor urbanas, confirmando que as coberturas verdes reduzem o calor do ambiente, mas para prever com precisão, precisa ser investigado em função de: condições climáticas, características do telhado verde, pegada ecológica e distância entre o telhado e o nível da rua.
6	Carson, T.B., Marasco, D.E., Culligan, P.J., McGillis, W.R.	2013	Hydrological performance of extensive green roofs in New York City: Observations and multi-year modeling of three full-scale systems	Environmental Research Letters	Por meio da análise da retenção de águas pluviais em três tipos de coberturas verdes, este documento informou que a menor capacidade de armazenamento de água foi o de menor profundidade de substrato. Também destaca a importância de considerar as regiões não vegetadas, comuns em muitas instalações em grande escala, bem como as condições de drenagem do substrato, durante a interpretação dos resultados dos estudos em grande escala do telhado verde e o desenvolvimento de modelos generalizados para o comportamento do telhado verde.
7	Peng, L.L., Jim, C.Y.	2013	Green-roof effects on neighborhood microclimate and human thermal sensation	Energies	Este estudo investigou os efeitos da instalação de telhado verde em escala comunitária no microclima de vizinhança e no conforto térmico humano por meio de modelagem numérica microclimática. Os resultados verificaram que os efeitos do resfriamento do telhado verde não se restringiam aos telhados, mas estendido

					ao chão para melhorar o microclima da vizinhança e os tipos de vegetação influenciam no resfriamento e nos efeitos do conforto térmico.
8	Williams, N.S.G., Lundholm, J., Scott Macivor, J.	2014	Do green roofs help urban biodiversity conservation?	Journal of Applied Ecology	Esse artigo derivou hipóteses testáveis sobre os benefícios da biodiversidade das coberturas verdes e verificou-se que é prematuro considerar o telhado verde equivalente aos habitats urbanos no nível do solo. Os ecologistas precisam trabalhar com a indústria para avaliar a biodiversidade do telhado verde e ajudar a projetar telhados verdes com base em princípios ecológicos para maximizar os ganhos de biodiversidade.
9	Palla, A., Gnecco, I., Lanza, L.G.	2010	Hydrologic restoration in the urban environment using green roofs	Water (Switzerland)	Aqui, a resposta hidrológica de uma cobertura verde foi testada em um laboratório com um programa de monitoramento e comparada com os dados da literatura. Comprovou-o controle significativo da geração de escoamento de águas pluviais em termos de redução do volume de escoamento, atenuação e aumento do pico de vazão do tempo de concentração, mas há necessidade de testes em longo prazo e, as camadas, os materiais, as espessuras e espécies de vegetação influenciam no desempenho.
10	Lundholm, J.T.	2015	Green roof plant species diversity improves ecosystem multifunctionality	Journal of Applied Ecology	Este artigo comparou indicadores de serviços ecossistêmicos com mistura de mesmas espécies vegetais com diferentes formas de vida em um sistema modular de telhado verde. A combinação de diferentes formas de vida das plantas nos ecossistemas de telhado verde pode aumentar o fornecimento de serviços, mas são necessárias mais pesquisas para quantificar a resposta de uma gama maior de serviços do ecossistema ao tipo e diversidade de plantas. Aumentar o número de espécies em um ecossistema

					construído pode aumentar a diversidade funcional e assim, a prestação de serviços ecossistêmicos.

SUSTENTABILIDADE

	AUTORES	ANO	TÍTULO	JOURNAL	CONTRIBUIÇÃO DE PESQUISA
1	Asdrubali, F., D'Alessandro, F., Schiavoni, S.	2015	A review of unconventional sustainable building insulation materials	Sustainable Materials and Technologies	Esse artigo investigou o estado da arte da construção de produtos de isolamento feitos de materiais naturais ou reciclados pouco comercializados. Os parâmetros de desempenho térmico, acústico e ambiental geralmente estão disponíveis apenas para materiais comerciais, enquanto outros estudos são necessários para os não convencionais. O uso destes materiais pode reduzir o uso de fontes à base de petróleo e não renováveis
2	Mickaityte, A., Zavadskas, E.K., Kaklauskas, A., Tupénaité, L.	2008	The concept model of sustainable buildings refurbishment	International Journal of Strategic Property Management	Os autores desse artigo desenvolveram um modelo conceitual de reforma sustentável para prédios públicos e apresentaram um estudo de caso que investigou a poluição de um edifício e que confirmaria a possibilidade de sua implementação. Verificou-se a diminuição do consumo de energia e redução de impactos ambientais negativos.
3	Wong, K.-D., Fan, Q.	2013	Building information modelling (BIM) for sustainable building design	Facilities	Esse estudo examinou as contribuições da BIM (Modelagem da Informação da Construção) para a produção de construções sustentáveis, com sucesso. A BIM possibilitou um design eficiente desde os estágios mais iniciais do design, otimizando o tempo, custo e mão-de-obra utilizada.

4	Scofield, J.H.	2013	Efficacy of LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings	Energy and Buildings	A pesquisa compara o gasto de energia e a emissão de gases do efeito estufa oriundas de um grande número de prédios em Nova Iorque. As construções LEED certificadas ou prata demonstraram ser mais custosas e somente as LEED ouro apresentaram 20% de redução no consumo e emissão.
5	Berges, M.E., Goldman, E., Matthews, H.S., Soibelman, L.	2010	Enhancing electricity audits in residential buildings with nonintrusive load monitoring	Journal of Industrial Ecology	O artigo verificou a eficácia da implementação de NILM, uma técnica de cálculo de medidas de energia, para melhorar a auditoria de eletricidade residencial. A comparação entre o resultado esperado e o obtido apresentou pouca diferença significativa e o método demonstrou-se viável.
6	Komnitsas, K.A.	2011	Potential of geopolymer technology towards green buildings and sustainable cities	Procedia Engineering	Verifica-se aqui a possibilidade do uso de geopolímeros em futuras cidades sustentáveis com pegada de carbono reduzida e zero resíduos. Esse material, em comparação com o cimento tradicional, utiliza minerais naturais muito menos processados e produz resíduos industriais reduzidos, mas precisa de mais estudo para se fazer comercialmente viável.
7	Bragança, L., Mateus, R., Koukkari, H.	2010	Building sustainability assessment	Sustainability	Esse artigo faz uma apresentação de diversos aspectos e critérios sobre avaliação da sustentabilidade de uma construção. Ele apresenta como base a análise de pressão ambiental, aspectos sociais e econômicos e conclui existirem diversos métodos que estão longe de entrarem num consenso.

8	Rees, W.E.	2009	The ecological crisis and self-delusion: Implications for the building sector	Building Research and Information	O autor investiga se a indústria conseguiria assumir um papel de liderança na campanha da sustentabilidade. O setor de construção civil é um dos setores que vem liderando a deterioração ambiental, mas permanece conservadora, evitando realidades desconfortáveis que ameaçam a ordem estabelecida das coisas.
9	Al horr, Y., Arif, M., Katafygiotou, M., Mazroei, A., Kaushik, A., Elsarrag, E.	2016	Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature	International Journal of Sustainable Built Environment	Este documento documentou como o conforto e o bem-estar dos ocupantes são afetados pelo IEQ e ficou evidente que essa relação é complexa. Não é suficiente projetar um edifício confortável, mas é preciso monitorar o desempenho do edifício e dos seus ocupantes durante suas operações.
10	Asdrubali, F., D'Alessandro, F., Baldinelli, G., Bianchi, F.	2014	Evaluating in situ thermal transmittance of green buildings masonries: A case study	Case Studies in Construction Materials	Nesse estudo de caso foram avaliadas as alvenarias de edifícios verdes para verificar a incidência da fração de luz absorvida. Importante essa análise para verificar o desempenho energético do edifício e comparar com seu custo-benefício.

SUSTENTABILIDADE x TELHADOS VERDES

	AUTORES	ANO	TÍTULO	JOURNAL	CONTRIBUIÇÃO DE PESQUISA
1	Berardi, U.a , GhaffarianHoseini, A.b , GhaffarianHoseini, A.c	2014	State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs	Applied Energy	Essa revisão de literatura mostrou os benefícios dos telhados verdes, mas informou que devem ser consideradas condições climáticas específicas, mencionou que a ACV assegura a viabilidade econômica e que a quantificação do desempenho precisa considerar o projeto técnico.
2	Fioretti, R.a , Palla, A.b , Lanza, L.G.b , Principi, P.a	2010	Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate	Building and Environment	Esse artigo analisou o desempenho das coberturas verdes em relação ao gerenciamento de energia e de água. Comprovou que reduzem a demanda diária de energia e redução do volume de escoamento, atenuação de pico e aumento do tempo de concentração, embora um desempenho reduzido possa ser observado durante períodos de alta precipitação.
3	Carter, T.a , Keeler, A.b	2008	Life-cycle cost-benefit analysis of extensive vegetated roof systems	Journal of Environmental Management	Nessa análise de custo-benefício das coberturas verdes, constatou-se que as coberturas são de 10% a 14% mais caras que um telhado convencional. Considerando os benefícios sociais, sugerem-se incentivos para que essa diferença possa ser minimizada.
4	Vijayaraghavan, K.	2016	Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Esta revisão enfoca vários benefícios associados a telhados verdes. Nela, é destacada a necessidade de pesquisas locais para instalar telhados verdes em países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, devido às condições climáticas, materiais disponíveis e utilização de plantas nativas.

5	Bianchini, F., Hewage, K.	2012	Probabilistic social cost-benefit analysis for green roofs: A lifecycle approach	Building and Environment	Este artigo avaliou as coberturas verdes considerando os benefícios de custo social que geram ao longo de seu ciclo de vida. A análise determinou haver um baixo risco financeiro para a instalação de qualquer tipo de telhado verde; o lucro potencial de um telhado verde intensivo é muito maior do que suas perdas potenciais; os telhados vegetados são um investimento pessoal. Durante o ciclo de vida desses telhados, os setores pessoal e social obtêm benefícios econômicos.
6	Chang, N.-B., Rivera, B.J., Wanielista, M.P.	2011	Optimal design for water conservation and energy savings using green roofs in a green building under mixed uncertainties	Journal of Cleaner Production	Esse estudo identifica a área ideal do telhado verde que se mantém dentro do custo de uma casa convencional durante um período de vida específico, como 50 anos. Os resultados provam que o benefício adicional desses sistemas pode superar o custo adicional devido à conservação da água. Sugere-se que 40-65% do telhado de telha comum e 50-70% do telhado de metal sejam alterados para um telhado verde. Isso deve ser incentivado pelas futuras políticas de construção verde em apoio à economia de água e energia.
7	Coma, J., Pérez, G., Solé, C., Castell, A., Cabeza, L.F.	2016	Thermal assessment of extensive green roofs as passive tool for energy savings in buildings	Renewable Energy	Foi realizada uma avaliação do comportamento térmico e do consumo de energia dos telhados verdes. Houve um bom desempenho térmico no verão seco e quente, mas não proporcionavam benefícios térmicos no inverno úmido e frio. O telhado usando migalhas de borracha reciclada como camada de drenagem teve um desempenho térmico melhor do que o telhado com pozolana.
8	Pérez, G., Vila, A., Rincón, L., Solé, C., Cabeza, L.F.	2012	Use of rubber crumbs as drainage layer in green roofs	Applied Energy	Os autores analisaram o desempenho de telhados verdes como um sistema passivo para economia de energia e o uso de migalhas de borracha de

			as potential energy improvement material		pneu como soluções construtivas adequadas para uma arquitetura sustentável e ecológica. O do tipo extensivo pode ser uma boa ferramenta para economizar energia no clima mediterrâneo e o uso das migalhas como camada de borracha é possível. Sugere-se o estudo da melhoria do isolamento acústico com o uso da borracha.
9	Butler, C.a , Butler, E.b , Orians, C.M.a	2012	Native plant enthusiasm reaches new heights: Perceptions, evidence, and the future of green roofs	Urban Forestry and Urban Greening	Esse artigo avalia se o uso das plantas nativas fornece mais benefícios ambientais nas coberturas verdes. As plantas nativas adaptaram-se ao seu ambiente, mas não se aplica aos telhados verdes. É importante considerar as características do projeto, como o tipo de solo, ecossistema de determinada região. Polinizadores podem usar recursos florais de plantas não nativas.
10	Feng, H., Hewage, K.	2014	Energy saving performance of green vegetation on LEED certified buildings	Energy and Buildings	Este artigo analisa o desempenho energético de edifícios certificados LEED. A análise demonstrou que a vegetação verde não é rentável para ser aplicada ao edifício verde estudado e aos edifícios padrão LEED similares devido ao baixo desempenho de economia de energia. Apenas 5% do ganho de calor e 12% do calor perdido foram transferidos pelas paredes e teto, no verão e no inverno, respectivamente.

Fonte: elaborado pela autora

APÊNDICE F – Normas, Leis e incentivos à implantação de coberturas verdes pelo mundo

País	Localidade	Norma, Lei, Incentivo	Descrição
Portugal	Barreiro	Regulamento n.º 712/2019	Regulamento Municipal de Concessão de Incentivos ao Investimento para privilegiar o uso eficiente de energia e a maior utilização de medidas solares passivas, como as coberturas verdes.
	Sintra	RMUES (2017)	O projeto de novos edifícios ou de grande intervenção em edifícios existentes deve promover o bom desempenho energético, como a instalação de coberturas verdes.
	Espinho	Artigo 46.º Regime de edificabilidade	A cidade de Espinho incentiva a construção de coberturas verdes como medida de compensação para o índice de impermeabilidade do solo urbano na construção de novos edifícios.
Brasil	Porto Alegre/RS	Lei Complementar nº 734, de 24/01/14	Obriga os condomínios verticais com mais de três andares a incluírem coberturas verdes.
	Canoas/RS	Lei nº 5840, de 27/05/2014	Permite a instalação de um sistema Green Roof nas coberturas para compensar parcialmente a construção de uma Área Livre Mínima (estabelecida por Lei) requerida para o loteamento urbano.
	Santa Catarina (Estado)	Lei nº 14.243, de 11/12/07	Dispõe sobre a criação de telhados verdes em áreas urbanas de Santa Catarina, e o Poder Executivo está autorizado a criar parcerias, incentivos fiscais e financeiros aos municípios participantes do Programa.
	Blumenau/SC	Lei Complementar nº 1174/2018	Cada edifício que implanta uma cobertura verde pode usar este espaço no cálculo da área permeável na proporção máxima de 50%. Quando a cobertura verde é usada como uma área permeável, deve-se prever a construção de um reservatório de água pluvial para retardar a drenagem ou reutilizar a água.
	Santos/SP	Lei Complementar nº 913/2015	Incentivo fiscal para edificações com 3 ou mais andares, além do térreo, que implemente coberturas verdes. 3% de desconto no imposto sobre a propriedade para coberturas verdes com pelo menos 80% da cobertura total da propriedade. Desconto de 2,25% para coberturas verdes com pelo menos 60% da área total da

		propriedade. 1,5% de desconto para coberturas verdes com pelo menos 50% da área total da propriedade. Desconto do imposto sobre a propriedade por um período máximo de 3 anos.
São Paulo (Capital)	Decreto 55.994/2015 e Decreto Nº 57.565/2016	As novas construções e reformas devem responder a uma fórmula que calcula a qualidade ambiental dos lotes (que devem atingir, pelo menos, o valor mínimo determinado por lei), através da pontuação de diferentes parâmetros, onde estão incluídas as coberturas verdes.
Guarulhos/SP	Lei nº 6793/2010	Desconto de até 20% no valor do Imposto sobre a Propriedade Anual por um período de 5 anos para os proprietários que adotarem pelo menos duas Melhores Práticas de Gestão (BMPs). Instalação de cobertura verde, em todos os telhados disponíveis na propriedade para este tipo de cobertura: desconto de 3%.
	Lei nº 7031, de 17 de abril de 2012	Projetos de construção, sejam eles residenciais ou não-residenciais, com mais de três unidades agrupadas verticalmente, deverão prever a construção de uma cobertura verde para que sejam aprovados pela prefeitura.
Goiânia/GO	Programa IPTU Verde – Lei Complementar nº 235/2012	Descontos em Imposto Predial e Territorial Urbano / IPTU, para incentivar a adoção de práticas sustentáveis que visem à melhoria da qualidade de vida dos habitantes e minimizar os impactos ao meio ambiente. Coberturas verdes: desconto de 3% no imposto sobre a propriedade. Desconto máximo: 20% com uso de outras técnicas.
Salvador/BA	Decreto nº 29.100/2017 - Programa de Certificação Sustentável "IPTU Verde"	Desconto de 5% a 10% no Imposto Predial para quem instala tecnologias como coberturas verdes, reaproveitamento das águas pluviais, etc. A certificação IPTU VERDE é opcional e aplicável a novos empreendimentos a serem construídos, bem como as extensões e/ou renovações de edifícios residenciais, comerciais, mistos, institucionais e industriais existentes.
Recife/PE	Lei nº 18.112/2015	Obriga a construção de coberturas verdes em novas construções.
Rio de Janeiro (Capital)	Lei 6.349 (2012)	Obrigatoriedade da instalação do telhado verde nos locais que especifica.

	Paraíba (Capital)	Lei 10.047 (2013)	Obrigatoriedade da instalação do telhado verde nos locais que especifica.
Espanha	Barcelona	N/I	Telhados verdes: o subsídio será de 40%, com um limite de € 30.000. Caso apenas ações parciais sejam realizadas, o subsídio será de 25%.
Argentina	Buenos Aires	Lei 4428 (2012)	Implementação de coberturas verdes na cidade através de reduções no pagamento dos direitos de delineação e construção para os trechos da cidade que incluírem a construção de uma ou mais coberturas verdes.
	Córdoba	Portaria (2016)	Estabelece a obrigatoriedade da instalação de coberturas com vegetação em áreas críticas com relação aos níveis de poluição do ar e o efeito das ilhas de calor. Todos os edifícios residenciais e comerciais, novos ou já construídos, cujos terraços excedam 400 m2 de superfície; e 600 m2 se a propriedade for para uso industrial - flexibilidade da Portaria em 2018.
Colômbia	Bogotá	Acuerdo 418 de 2009	Plano de inclusão de coberturas verdes na sua estratégia ambiental.
Itália	Turim	Articolo 21	A construção de fachadas verdes ou áreas de cobertura verde é obrigatória quando 20% da terra não pode ser usada para áreas verdes em cada intervenção do edifício, que envolve significativa variação volumétrica (reestruturação com reformulação, substituição de edifícios, conclusão e novos edifícios).
	Veneza	N/I	Redução nos custos de infraestrutura (intervenções que envolvem uma transformação do território) até 30%. As coberturas verdes contribuem para a pontuação e só deve ser considerado se cobrirem pelo menos 80% da área total.
	Bolzano	Procedura R.I.E. (Riduzione dell'Impatto Edilizio)	Introduzido em 2004 uma política que suporta soluções sustentáveis de gestão de águas pluviais, entre as quais se enquadram as coberturas verdes. A política foi acompanhada de projetos modelo, a adoção do guia italiano para construção de coberturas verdes e estratégias de educação e informação sobre o tema.
Alemanha	Zurique	N/I	Em Zurique, todos os novos edifícios que têm telhados planos devem ter instaladas coberturas verdes.

Basileia	N/I	A cidade de Basileia desenvolveu uma política para incentivo a coberturas verdes, baseada, sobretudo, no conceito de promoção da biodiversidade. A política exigia que todas as novas coberturas planas incluíssem coberturas verdes.
Estugarda	N/I	Estugarda incentiva a implementação de coberturas verdes desde os anos 80. Nos planos de desenvolvimento da cidade foram incluídas as coberturas verdes através da exigência de que todas as coberturas planas (até 12º de inclinação) incluíssem coberturas verdes. Além da obrigação, a cidade ofereceu redução nas taxas de águas pluviais de até 50% para edifícios com coberturas verdes e incentivos financeiros diretos para edifícios existentes ou para edifícios novos localizados em zonas onde não fosse obrigatória a inclusão de coberturas verdes de acordo com os planos de urbanismo. Entre 1986 e 2009 aproximadamente 430 projetos e 66.000m2 de coberturas verdes foram financiadas pelo governo. O subsídio rondava os € 17,90/m² (50% do custo dos materiais e da instalação, com mínimo de 12 cm de substrato). O proprietário deveria manter a cobertura verde por pelo menos 10 anos. Em 2014 o programa de incentivo sofreu uma remodelação.
Karlsruhe	Grüne Höfe, Dächer und Fassaden für Karlsruhe	Karlsruhe começou a incentivar a utilização de coberturas verdes com uma política criada em 1982, que tinha como um dos principais objetivos a melhoria do clima da cidade e a redução do efeito ilha de calor, que ocorria durante o verão. A cidade tornou as coberturas verdes obrigatórias em alguns planos de uso do solo e ofereceu reduções nas taxas de águas pluviais, de acordo com a altura do substrato utilizado na cobertura. Além disso, alguns distritos da cidade ofereciam incentivos financeiros para a instalação de coberturas verdes.

Brémen	N/I	Brémen subsidia 25% dos custos de investimento, com um máximo de € 25/m² e um máximo de € 12.000. O estado da cidade de Bremen subsidia 25% dos custos do greening do telhado até um máximo de € 1.500. O seu objetivo é o controle da fonte de águas pluviais, com coberturas verdes fornecendo retenção de água e cargas reduzidas no sistema de esgoto e nas instalações de tratamento de água.
Hamburgo	N/I	O Ministério do Meio Ambiente e Energia de Hamburgo oferece apoio financeiro para a criação de coberturas verdes no montante de € 3 milhões até o final de 2019. Os proprietários podem receber subsídios para cobrir até 60% dos custos de instalação e ainda ficam sujeitos a uma redução de 50% nas tarifas de águas pluviais.
Munster	N/I	A cidade de Munster desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes que oferecia 80 % de redução nas taxas de águas pluviais caso o edifício incluísse uma cobertura verde.
Mannheim	Förderprogramm zur Begrünung von Dach / Fassaden- und Entsiegelungsflächen	Mannheim oferece um subsídio de € 20/m² e máximo € 4.000 por medida para coberturas verdes. Estas precisam cobrir uma superfície de pelo menos 15 m². Para paredes verdes, oferece subsídio de € 200 dos custos elegíveis e, no máximo, de € 3.000 por medida.
Hanover	Nachhaltiges Förderprogramm zur Gebäudebegrünung und Minimierung der Flächeninanspruchnahme am Beispiel Hannover	Hanover é uma cidade com uma longa tradição de incentivo a coberturas verdes. Já em 1987 a cidade incluiu as vantagens das coberturas verdes na seção de ambiente do seu plano de desenvolvimento urbano. Em 1994, especificações exatas foram incluídas no documento “Guidelines for Green Roofing in Urban Development Plans” do Município de Hanover. Os padrões ambientais para construção em áreas municipais passaram a afirmar que todas as coberturas consideradas planas (com inclinação inferior ou igual a 20%) de novos edifícios deveriam incluir coberturas verdes. A partir de 2001 os proprietários de edifícios com coberturas verdes passaram a receber 50% de redução nas taxas de águas pluviais. A cidade também apostou na oferta de consultoria sobre coberturas verdes para construtores, investidores e proprietários de

		edifícios, como forma de difundir as vantagens da tecnologia e facilitar assim a consciencialização da importância da sua implementação em massa.
Soest	N/I	Soest oferece um subsídio de até 33% dos custos de construção de coberturas verdes até € 30 m². Montante máximo de subsídio € 20.000. A cobertura verde precisa cobrir uma área de pelo menos 6 m².
Bocholt	N/I	Até 50% dos custos de investimento serão subsidiados, com um máximo de € 15/m², com um máximo de € 3.000 por edifício.
Munique	N/I	A cidade de Munique desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na inclusão desta tecnologia nos planos de uso do solo e em incentivos financeiros para a instalação voluntária de coberturas verdes. Além destas medidas, os proprietários de edifícios com coberturas verdes tinham direito a uma redução nas taxas de águas pluviais. Subsídio até € 15/m². Não mais do que 50% dos custos totais de construção. Redução de taxas de drenagem em até 70%.
Frankfurt	Frankfurter Förderprogramm Klimaanpassung	A cidade de Frankfurt desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua construção. Subsídios até 50% dos custos elegíveis para coberturas e fachadas verdes, prevê-se um máximo de € 50.000 por medida/propriedade. Para telhados verdes, inclinação máxima de 30° e profundidade mínima do substrato de 8 cm.
Dusserldorf	Düsseldorfer Programm zur "Dach-, Fassaden- und Innenhofbegrünung"	Dusseldorft começou a incentivar o uso de coberturas verdes já por volta de 1979, com a adoção de políticas de suporte financeiro a projetos ambientais. Um instrumento em particular, o “Climate friendly living in Dusseldorft” promoveu a utilização de coberturas verdes através da premissa de renovação dos edifícios com o objetivo de reduzir o consumo energético.

	Colonia	"Grün hoch 3 / Dächer / Fassaden / Höfe" and Program m 430	Subsídio de 50% dos custos elegíveis, até um máximo de € 40/m² de superfícies concebidas para telhados, pisos e fachadas. Para cada candidato e ano será financiado um máximo de € 20.000 (2018). Subsídio aos proprietários de 10% dos custos elegíveis, até € 5.000 para cada unidade habitacional pelo Programa 430 e/ou Fundos para coberturas ecológicas até ao montante de € 100.000 (residências multifamiliares); e € 50.000 (residências unifamiliares) a taxas de juros muito favoráveis.
	Giessen	N/I	Giessen financia até 100% do custo de instalação num máximo de € 2.500.
	Zurique	N/I	Em Zurique todos os novos edifícios que têm telhados planos devem ser instalados coberturas verdes.
França	Paris	N/I	Desde 2015, a França tem uma lei nacional que afirma que todos os novos edifícios localizados em zonas comerciais devem incluir uma cobertura verde ou um painel solar. A região de Île-de-France fornece um subsídio de até € 45/m² até um máximo de 50% dos custos de construção.
	Lille	N/I	O município de Lille oferece um subsídio de até € 30/m² para particulares, associações e moradias privadas e sociais individuais com teto / cobertura de até 50 m². Subvenção até € 45/m² para habitação coletiva e edifícios e € 60/m² para habitação social nova ou antiga.
Suíça	Lausana	N/I	Lausana oferece um subsídio para construção de coberturas verdes: até Fr 40/m², no máximo Fr 12.000.
Áustria	Graz	N/I	Graz garante subsídio a coberturas e paredes verdes, subsídio para custos de instalação - até € 10/m². Financiamento máximo até € 40.000. A área da cobertura verde deve ser pelo menos 66% da área total do telhado. Com uma altura de construção mínima de 10 cm transportada. A área da cobertura verde deve ser pelo menos 66% da área total do telhado. Com uma altura de construção mínima de 10 cm transportada. No caso de vegetação que venha do solo base, a área de fachada verde convertida deve ter pelo menos 30 m². Em

			caso de parede verde deve ser pelo menos 40% da área total da fachada e deve ter pelo menos 50 m².
	Linz	N/I	Linz é uma das cidades pioneiras no desenvolvimento de políticas de incentivo a coberturas verdes. A sua política começou a ser desenvolvida em 1984, mas foram oficialmente introduzidas nos planos de desenvolvimento da cidade em 1985, quando se iniciou uma política de obrigatoriedade para coberturas verdes que se mantém até hoje. Apesar das barreiras iniciais, Linz recebeu o prêmio de "Cidade Líder de Coberturas Verdes na Áustria" em 2008 e a posicionou como uma das grandes referências na implementação de políticas de incentivo a esta tecnologia no mundo. Concede até 30% dos custos elegíveis até um valor máximo do Green Roof Project: € 7.500.
	Viena	N/I	A cidade de Viena implementou uma política de incentivo a coberturas verdes baseada em subsídios financeiros diretamente relacionados com a altura do substrato utilizado no sistema da cobertura verde. Subvenção para custos de instalação - entre € 8 e € 25/m². O montante máximo por projeto: € 2.200.
República Tcheca	Brno	Podpora tvorby zelených střech na území města BRNA	O orçamento total é de 780 000 euros e aplica-se a edifícios antigos e novos. O financiamento dependerá do tipo de telhado verde (extensivo/intensivo) e o apoio financeiro variará entre os € 35 e os € 55/m². O financiamento cobrirá o custo do aconselhamento profissional especializado.
	Praga	The Czech Programme for Greener Buildings	Em 2017 as coberturas verdes foram incluídas num programa nacional de subsídios financeiros na República Tcheca. A medida foi acompanhada do lançamento do primeiro Guia Técnico para Projeto, Instalação e Manutenção de coberturas verdes da República Tcheca. O apoio financeiro é concedido sob a forma de um subsídio fixo de 500 CZK (cerca de € 19) por m² de telhado verde. Para ser elegível para receber o subsídio, o telhado verde deve ter uma espessura mínima de substrato de 80 mm ou mais; deve usar pelo menos 5 espécies de plantas sustentáveis. A vegetação em bom estado deve

			cobrir pelo menos dois terços da área do telhado verde durante 10 anos. Muitas vezes também se aplica à compensação de certa percentagem de custos elegíveis tipicamente 30-50%.
Reino Unido	Londres	Living Roofs and Walls	O sucesso da implementação em massa de coberturas verdes na cidade de Londres foi atingido através de uma política baseada na persuasão, inicialmente motivada pela promoção da biodiversidade.
	Mechelen	N/I	Mechelen oferece um subsídio de € 31/m² de cobertura verde construída. Se os custos de construção (incluindo IVA) da cobertura verde forem inferiores a € 31/m², o preço de custo real é considerado como o montante do subsídio. A cobertura verde deve cobrir uma superfície de pelo menos 6 m².
Bélgica	Courtrai	N/I	Courtrai oferece um subsídio de € 25 por m² de telhado verde construído. O telhado verde precisa cobrir uma área de pelo menos 6 m². Montante máximo de subsídio de € 500.
	Kuurne	N/I	Kuurne oferece um subsídio de € 31 por m² de cobertura verde construído. A cobertura verde precisa cobrir uma área de pelo menos 10 m². Montante máximo de subsídio € 2.000.
	Turnhout	N/I	Turnhout oferece um subsídio é de € 31 por m² de cobertura verde construída. Área subsidiada: mínimo de 6 m² e máximo de 250 m².
	Dessel	N/I	Concede um subsídio de € 31 por m² de cobertura verde, até um montante total máximo de € 1.000. Se os custos de construção (incluindo IVA) da cobertura verde forem inferiores a € 31/ m², o preço de custo real é considerado como o montante da subvenção. O requerente compromete-se a manter a cobertura verde em bom estado durante pelo menos 10 anos.
	Herentals	N/I	Herentals oferece um subsídio de € 31 por m² de cobertura verde (CV) construída. Se os custos de construção (incluindo IVA) da cobertura verde forem inferiores a € 31/m², o preço de custo real é considerado como o montante do subsídio. O proprietário deve manter a CV em boas condições por pelo menos 10 anos.

Antuperpia	N/I	Subsídio de € 15 por m² para coberturas verdes extensas e de € 30 por m² para coberturas verdes intensivas. Área de cobertura mínima: 6 m².
Oostende	N/I	Oostende criou um subsídio de € 31 por m² de cobertura verde construída. O montante do subsídio é independente dos investimentos realizados.
Eeklo	N/I	Eeklo oferece um subsídio de € 40 por m² para custos de construção. Montante máximo de subsídio de € 1.100. A cobertura verde precisa cobrir uma área de pelo menos 6 m². Se os custos de construção forem inferiores a € 40/ m², o preço de custo real é considerado como o montante do subsídio.
Sint-Niklaas	N/I	Sint-Niklaas criou um subsídio de € 15 por m² de cobertura verde construída com um máximo de 60 m². O subsídio está limitado aos custos reais, incluindo o IVA. O proprietário deve manter a cobertura verde em boas condições por pelo menos 10 anos.
Hamme	N/I	Hamme oferece um subsídio de € 15 por m² de cobertura verde construída. A área subsidiada é de no máximo 50 m². O proprietário deve manter a cobertura verde em boas condições por pelo menos 10 anos.
Bornem	N/I	Os subsídios de Bornem chegam a € 31 por m² para os custos de construção, pagos apenas uma vez para a implementação de coberturas verdes. Montante máximo de subsídio de € 1.500.
Wijnegem	N/I	O subsídio é de € 31 por m² de cobertura verde construída. Montante máximo de subsídio € 500. O proprietário deve manter a cobertura verde em bom estado durante pelo menos 15 anos.
Merelbeke	N/I	O subsídio é de € 31 por m² de cobertura verde construída. Montante máximo de subsídio € 3.000. Se os custos de construção (incluindo IVA) da cobertura verde forem inferiores a € 31/m², o preço de custo real é considerado como o montante do subsídio. A cobertura verde deve cobrir uma superfície de pelo menos 6 m². O proprietário deve mantê-la em boas condições por pelo menos 15 anos.

	Gante	N/I	Cidadãos, empresas, escolas e organizações de habitação social em Ghent podem solicitar um subsídio se instalarem uma cobertura verde. Ela deve ter pelo menos 6 m², e deve ter, no mínimo, camadas de drenagem, substrato e vegetação. O subsídio é de € 25 ou € 31 por m² dependendo do IVA, com um máximo de € 25.000 por edifício.
	Aalst	N/I	O subsídio é de € 20 por m² apenas para coberturas verdes extensas. Até 50% dos custos totais de construção. Montante máximo de subsídio de € 5.000.
	Lovaina	N/I	Lovaina oferece um subsídio de € 25 por m² de cobertura verde construída. Montante máximo de subsídio de € 5.000.
Países Baixos	Eindhoven	N/I	A cidade de Eindhoven desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua construção. Subsídio até € 25/m². O montante máximo de subsídio: € 25.000. A cobertura verde precisa cobrir uma área de pelo menos 20 m².
	Breda	N/I	Subsídio até 50% dos custos totais. Subsídio até € 20/m², máximo € 3.000 para pessoas físicas e € 12.000 para para fundações e empresas (Condições: Armazenamento de água: ≥ 20 litros por m²; Plantas: ≥ 6 espécies; Plantas indígenas ≥ 1/3 (33%) de plantação). Subsídio até € 30/m², máximo € 4.500 para pessoas físicas e € 18.000 para fundações e empresas (Condições: Armazenamento de água: ≥ 40 litros por m²; Plantas: ≥ 14 espécies; Plantas indígenas ≥ 3/3 (100%) de plantação). Subvenção para despesas de consultoria para a construção da cobertura verde: com uma superfície verde até 100 m² e um máximo de € 250; com uma área verde superior a 100 m² e um máximo de € 350.
	Tilburg	N/I	Tilburg oferece um subsídio de até 50% do custo total de construção até € 25 m². Montante máximo de subsídio de € 2.500 para propriedades individuais e até € 25.000 para associações de habitação, empresas e instituições. A cobertura verde precisa cobrir

		uma área de pelo menos 6 m². A inclinação do telhado verde não é mais do que 35°.
Den Bosch	N/I	Subsídio até € 15/m², máximo de € 3.000 por medida. O telhado verde precisa cobrir uma superfície de pelo menos 20 m². A capacidade de retenção de água deve ser de pelo menos 30 litros por m².
Nijmegen	N/I	A cidade de Nijmegen desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua construção. Subsídio até € 25/m². O telhado verde precisa cobrir uma área de pelo menos 30 m². O montante máximo de subsídio: € 2.500 (residências unifamiliares); € 10.000 (residências multifamiliares); e € 20.000 (Empresas).
Roterdão	N/I	Em 2008 a cidade de Roterdão começou um programa de incentivos financeiros para a instalação de coberturas verdes, tendo como um dos principais objetivos a gestão das águas pluviais. O programa de incentivo a coberturas verdes começou como parte do plano de águas da cidade, que listava outras medidas para a mitigação dos efeitos das alterações climáticas. Em 2014 a cidade já contava com 200 coberturas verdes, equivalentes a uma a área de 200.000 m². Subvenção até € 20/m². O telhado verde precisa cobrir uma área de pelo menos 10 m². A capacidade de retenção de água de um telhado verde é de pelo menos 25 litros por m².
Capelle aan den IJssel	N/I	A cidade de Capelle aan den IJssel desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua construção.
Delft	N/I	A cidade de Delft desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua construção.

Den Haag	N/I	Subsídio de até € 25/m² até um máximo de 50% dos custos de construção. O montante máximo de subsídio: € 10.000. O telhado verde precisa cobrir uma área de pelo menos 10 m². A capacidade de retenção de água de um telhado verde é de pelo menos 18 litros por m². A inclinação do telhado não é mais do que 35°. Além do subsídio para um telhado verde, também é possível aplicar para subsídio de isolamento de telhado e/ou chão.
Leidschendam-Voorburg	N/I	Subsídio de até 20% dos custos de construção. O telhado verde precisa cobrir uma área de pelo menos 5 m². Montante máximo de subsídio entre € 2.500 - 5.000 para propriedades individuais e até € 25.000 para associação de habitação.
Leiden	N/I	O telhado verde precisa cobrir uma superfície de pelo menos 15 m². O telhado verde deve permanecer em boas condições por pelo menos 5 anos. Subsídio até € 25 / m². Montante máximo de subsídio: € 15.000.
Nieuwegein	N/I	A cidade de Nieuwegein desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua construção.
Utrecht	N/I	Para coberturas verdes intensivas: subsídio de 50% dos custos com um máximo de € 50 por m². A capacidade de retenção de água de um telhado verde intensivo é de pelo menos 45 litros por m². Para coberturas verdes extensas: subsídio de 25% dos custos com um máximo de € 30 por m². A capacidade de retenção de água de um telhado verde extenso é de pelo menos 15 litros por m². O subsídio é de no máximo € 20.000 por projeto. A área total do telhado verde deve ser maior que 20 m².
Apeldoorn	N/I	A cidade de Apeldoorn desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua construção. Subsídio para custo de instalação - máximo de € 30 por m². Para propriedades privadas, o subsídio máximo é de € 2.500 por pedido. Para empresas até 50% dos custos de instalação - Máximo de € 25.000 por pedido.

Hengelo	N/I	A cidade de Hengelo disponibiliza um subsídio de € 25 por m² com um máximo de € 2.500,00 por lote. A cobertura verde deve ter pelo menos 6 m². A capacidade de armazenamento de água do telhado é de pelo menos 15 litros por m². A inclinação do telhado não pode exceder 15°.
Heemskerk	N/I	A cidade de Heemskerk desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua construção.
Almstelveen	N/I	Almstelveen oferece subsídios consoantes ao tamanho e tipo de cobertura verde. A cobertura verde precisa cobrir uma superfície de pelo menos 15 m². É possível combinar vários telhados numa aplicação para exceder 15 m². Os telhados não precisam necessariamente estar conectados. Superfície do telhado verde 15-100 m²: Subsídio até € 30 / m², Montante máximo de subsídio - € 3.000 se o telhado não for concebido para aumentar a biodiversidade; e subsídio até € 50 / m², Montante máximo de subsídio - € 5.000, se o telhado for projetado para aumentar a biodiversidade. Superfície da cobertura verde 100-250 m²: subsídio até € 20 / m², Montante máximo de subsídio - € 5.000, se o telhado não for concebido para aumentar a biodiversidade; e Subsídio até € 40 / m², Montante máximo de subsídio - € 10.000, se o telhado for projetado para aumentar a biodiversidade. Superfície do telhado verde acima de 250 m²: Subsídio até € 10 / m², Montante máximo de subsídio - € 10.000, se o telhado não for concebido para aumentar a biodiversidade e Subsídio até € 30 / m², Montante máximo de subsídio - € 15.000, se o telhado for projetado para aumentar a biodiversidade.
Amsterdã	N/I	Por volta do ano de 2000 a cidade de Amsterdã já incentivava a construção de coberturas verdes, mas foi em 2009 que iniciou o seu programa de subsídios financeiros para coberturas verdes. Em 2011 foram construídos dois projetos modelo, que serviram como demonstração dos benefícios da tecnologia. Particulares e

		organizações podem solicitar subsídio para uma cobertura verde ou fachada verde. Requisito mais importante: o edifício deve ter pelo menos cinco anos. A cobertura ou fachada verde devem ser instaladas dentro de um ano após o recebimento do subsídio e terão de permanecer inalteradas durante cinco anos. Deverão cobrir uma área de pelo menos 30 m². Podem ser combinados vários telhados numa aplicação, por exemplo, aplicar em conjunto com os vizinhos. A capacidade de retenção de água de um telhado verde deve ser de pelo menos 20 litros por m². A fachada verde deve ser claramente visível do espaço público.
Harderwijk	N/I	A cidade de Harderwijk desenvolveu uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua construção.
Almelo	N/I	A cidade de Almelo oferece um subsídio até € 18,50 / m². Particular, empresa ou instituição pode solicitar este subsídio. A superfície do telhado deve ter pelo menos 20 m² e deve ser capaz de armazenar pelo menos 15 litros de água por m².
Hoorn	N/I	Hoorn City Hall oferece incentivos financeiros para os proprietários decidirem instalar medidas para reduzir o consumo de energia, incluindo telhados verdes. O montante do subsídio é de 10% dos custos reais com um montante máximo de € 500 por agregado familiar. Os proprietários que tomam duas medidas ao mesmo tempo recebem 15% com um máximo de € 750.
Leeuwarden	N/I	A cidade de Leeuwarden oferece subsídios de € 30 / m² para áreas de até 100 m²; € 20 / m² para áreas de 100 a 250 m²; € 10 / m² para áreas de 250 por 1000 m². Um máximo de € 200 é reembolsado e a cobertura verde deve ter pelo menos 6 m².

	Smallingerland	N/I	Smallingerland oferece subsídios para coberturas verdes. O montante depende do tamanho do telhado: € 30 / m² para áreas até 75 m²; € 20 / m² para áreas de 75 a 200 m²; € 10 / m² para áreas de 200 a 1.000 m². O valor máximo para residências é de € 3.000; O montante máximo para empresas / organizações por aplicação é de € 12.000. A cobertura verde deve ter pelo menos 10 m² para residentes e 75 m² para empresas / organizações. A inclinação do telhado não pode exceder 35°. A capacidade de armazenamento de água do telhado deverá ser de pelo menos 20 litros por m².
	Groningen	N/I	A cobertura verde 100-250 m²: Subsidio até € 20 / m²; Superfície do telhado verde acima de 250 m²: Subsídio até € 10 / m².
Dinamarca	Copenhague	Carbon Neutral Capital	A cidade de Copenhague começou a incentivar as coberturas verdes por volta de 2008, como forma de melhorar a gestão das águas pluviais. Em 2009, com a responsabilidade pela “UN Climate Change Conference COP15”, que debateu as estratégias a ser adotadas para combater os efeitos do aquecimento global, o foco nas coberturas verdes intensificou-se. Uma política de incentivo a Coberturas verdes em Copenhague foi adotada em 2010 e, hoje em dia, tem uma política de obrigatoriedade para coberturas verdes.
Suécia	Malmo	N/I	A cidade de Malmo incentiva a utilização de coberturas verdes através do programa “Ecological building”, que exige um mínimo de espaços verdes nas construções implementadas em terrenos vendidos pela cidade e desenvolvidos por privados. As coberturas verdes normalmente são incluídas nessas construções como forma de responder às exigências de inclusão de espaços verdes.
Austrália	Sydney	Green Roofs and Walls Policy	No ano de 2014 a cidade de Sydney aprovou uma política de incentivo a coberturas verdes, cujo principal objetivo foi aumentar a consciência da importância dos espaços verdes nas áreas urbanas e promover a construção de coberturas verdes.

Singapura	Singapura	Skyrise Greenery Incentive Scheme (SGIS)	Para edifícios antes de abril de 2009, os subsídios do governo são de até 50% dos custos de construção. O reembolso é limitado a US $ 200 por m² de área plantada para telhado verde e a US $ 500 por metro quadrado de cobertura verde dentro da instalação para sistemas verticais. Instalações verticais no nível do solo e nível elevado são elegíveis. Pelo menos 80% da cobertura de hortaliças planejadas devem ser obtidas para que os custos sejam reembolsados. Edifícios depois de 2010 deve ter a cobertura verde, caso contrário, o projeto não será aprovado. ($ dólar de Singapura).
China	Shenzhen	Urban Greening Uplifting Work Plan	Em Shenzhen, novos projetos devem prever a instalação de coberturas verdes para serem aceitas pelo município. Subsídios do governo entre 180 - 320 yuan / m².
	Guangzhou	Guangzhou Urban Greening Regulations	Em 1997, o "Guangzhou Urban Greening Regulations" exigia que todos os novos edifícios públicos de grande escala tivessem jardins de cobertura quando as condições satisfizessem os requisitos de segurança pública. Em 2007, a cidade começou a realizar as "Especificações Técnicas de Coberturas Verdes", exigindo que novas construções tenham jardins nos telhados, e também exige que os prédios antigos tenham testes de segurança antes de construir os jardins. O regulamento especifica noventa tipos de plantas comumente usadas para o greening de telhados.
	Chongqing	N/I	Os métodos de recompensa são divididos em prêmios de construção pública e prêmios de construção não públicos. A recompensa é entre 100 - 260 yuans por m² para coberturas verdes e 200 yuans por m² para paredes verdes. Unidades ou indivíduos podem solicitar o preenchimento do plano e solicitar uma recompensa antes da construção. Após a conclusão da construção e após um ano de manutenção, o escritório do subdistrito organiza a aceitação e emissão de fundos de recompensas.

Hangzhou	N/I	De acordo com as exigências do projeto de ajardinamento da cobertura do edifício urbano, para telhados de prédios públicos, se a tecnologia ou as condições de construção permitir, o telhado do prédio público deve ser coberto com jardim ou telhados verdes extensivos. A área verde pode ser incluída no índice de taxa verde do projeto e a área verde ajustada pode ser usada para construir o estacionamento da unidade, por exemplo.
Xangai	N/I	Desde 2003 Xangai faz campanha para coberturas verdes. Em 2008 a cidade já contava com aproximadamente 500.000 m² de coberturas verdes. O governo fornece os seus próprios subsídios para promover diferentes características específicas de construções verdes relacionadas à economia de energia. Em setembro de 2012, Xangai publicou uma nova política de economia de energia em prédios ecológicos, “Medidas especiais de apoio a projetos de economia de energia do prédio da cidade de Xangai”, onde coberturas verdes podem solicitar subsídios de até 200 RMB / m². Coberturas verdes extensas podem ser aplicadas para subsídios de até 50 RMB / m². As áreas gerais de paredes verdes podem se candidatar a subsídios de até 30MB / m². As áreas verdes especiais classificadas pelo governo podem solicitar subsídios de até 200 RMB / m². Em 2002, o governo do Distrito de Jingan ofereceu 10 yuans a cada m² (10 x / m²) de coberturas verdes. Xangai tem liderado a promoção de prédios ecológicos e, especificamente, de gestão de energia, que pelo menos 50% da área do telhado de todos os novos edifícios deve ser coberta de plantas.

	Pequim	N/I	O governo municipal de Beijing adotou uma política de apoio financeiro e desenvolveu algumas diretrizes técnicas oferecendo apoio financeiro aos desenvolvedores ou organizações que desejam construir coberturas verdes. Para quaisquer edifícios novos adjacentes às principais ruas ou instalações olímpicas ou com menos de 18 metros de altura, 2/3 dos custos de construção da cobertura verde poderiam ser fornecidos pelos governos locais (o governo municipal de Beijing paga por 1/3, o local governo distrital paga 1/3). Geralmente, os subsídios de 100 a 150 Yuan (US $ 30 a 45 NZD) por m² de jardim no terraço e de 50 a 100 Yuan (US $ 15 a 30 NZD) por m² da cobertura verde simples serão fornecidos pelos governos locais em diferentes níveis.
Coréia do Sul	Seul	N/I	Seul utilizou uma política de obrigação de inclusão de uma determinada percentagem de áreas verdes em novas construções de acordo com o seu tamanho, das quais uma parte poderia ser adquirida através de coberturas verdes. Tendo em conta que o preço do terreno em Seul é muito elevado, a possibilidade de responder a parte desta obrigação através das coberturas verdes acabou por funcionar como um incentivo financeiro indireto. Além disso, a cidade chegou a oferecer incentivos financeiros diretos de 50% no custo das coberturas verdes, incluindo custos de segurança estrutural, projeto e construção.

Japão	Nagoia	Nagoya City Private Facility Greening Support Program / The System of Greening Area / NICE GREEN Nagoya	Nagoia fornece apoio financeiro com menos de 50% para promover a cidade de coberturas verdes, jardins verticais, grandes espaços abertos vegetados/parques etc, para pequenas instalações privadas. A portaria requer uma cobertura verde de 10-20% da área total se o lote tiver mais de 300 m² para um edifício localizado dentro da cidade de Nagoia. NICE GREEN Nagoia é um sistema de certificação para instalações verdes, baseado em certos critérios como a relação entre a área verde e a área total, a proporção de árvores comparada com outra vegetação no local, a preservação de árvores existentes, o greening de telhados e paredes e esforços para manter e gerenciar espaços verdes. Os proprietários com esta certificação podem obter o empréstimo à habitação com desconto de 0,1-0,2% em alguns bancos.
	Tóquio	Nature Conservation Ordinance	O município de Tóquio interessou-se particularmente pelas coberturas verdes como uma forma de mitigar os problemas relacionados com o efeito ilha de calor e poluição. Em 2001 o governo alterou o seu Decreto de Conservação da Natureza para obrigar os proprietários de novos edifícios privados maiores que 1000 m² e novos edifícios públicos com mais de 250 m² a implementar coberturas verdes em pelo menos 20% das suas coberturas, ficando sujeitos, no caso de não cumprirem, a uma multa anual. O efeito desta nova legislação foi impressionante, tendo a área de coberturas verdes da cidade praticamente duplicado, passando de 50.000 m² para mais de 100.000 m².
	Japão	N/I	O Japão exige que todos os novos edifícios sejam projetados com coberturas verdes. Edifícios privados com mais de 1000 m² e edifícios públicos com mais de 250 m² devem fornecer 20% do ajardinamento do telhado ou pagar uma multa anual de HK $ 16.000.

México	Cidade do México	Plan Verde de la Ciudad de México	Em 2015 o Governo do Distrito Federal da Cidade do México anunciou uma medida que disponibilizava um incentivo financeiro indireto de 10% de redução dos impostos prediais para os proprietários que incluíssem coberturas verdes nas suas construções. No mesmo ano a cidade já contava com 34.991 m² de coberturas verdes, mais da metade construídos entre 2013 e 2015. O plano era instalar 10.000 m² de coberturas verdes por ano até 2018. Redução do Imposto Territorial de 10% para coberturas verdes extensivas e de 25% para coberturas verdes intensivas implantadas (Mínimo 1/3 da área total coberta - árvores em vasos não são consideradas).
EUA	Austin	Green Roof Density Bonus	Desde 2011 a cidade de Austin conta com uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua implementação.
	Los Angeles	Green Building Program	Em 2010 a cidade de Los Angeles adoptou uma lei que define que edifícios não residenciais maiores que 10.000 m² ou edifícios residenciais de larga escala devem responder aos certificados LEED, Green Point Rated. Esta política indiretamente incentiva a utilização de coberturas verdes, já que esta tecnologia contribui para a atribuição de pontuações positivas nestes tipos de certificados.
	Palo Alto	Palo Alto Green Roof Incentive	Por volta de 2012 a cidade de Palo Alto adotou uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua instalação, com o objetivo de melhorar a gestão das águas pluviais. Descontos de US $ 1,50 por m² para a instalação de uma cobertura verde. Os descontos estão limitados a um máximo de US $ 1.000 por propriedade residencial unifamiliar e US $ 10.000 para imóveis residenciais comerciais / industriais e multifamiliares.

São Francisco	CounterpointeSRE Green Roof Program / Living Roof Ordinance	Em Janeiro de 2017 São Francisco tornou-se a primeira cidade dos EUA a obrigar a inclusão de coberturas verdes na maioria das suas novas construções. Counterpointe Sustainable Real Estate fornece financiamento para 100% dos custos de instalação de telhado verde. Os fundos são pagos com taxas fixas de longo prazo por meio de um item de linha adicional no extrato de imposto sobre a propriedade. Exige entre 15% a 30% do espaço do telhado na maioria dos novos projetos de construção para incorporar telhados verdes, solares ou uma mistura de ambos. San Francisco tornou-se a primeira cidade dos EUA a exigir que certos novos edifícios fossem construídos com uma cobertura verde.
Atlanta	N/I	Em 2013 o Departamento de Gestão de Bacias Hidroelétricas da cidade de Atlanta revisou a portaria de gerenciamento de águas pluviais com o objetivo de aumentar a promoção da infraestrutura verde nos projetos novos e em desenvolvimento da cidade. As coberturas verdes são uma das técnicas mencionadas no documento para mitigar este tipo de problema.
Nashville	Green Roof Rebate / Nashville Stormwater Management Incentives	Como parte de um esforço para incentivar a implementação de infraestrutura verde no ambiente urbano a cidade de Nashville passou a oferecer incentivos financeiros para a implementação de coberturas verdes em propriedades privadas. Os edifícios que incluírem coberturas verdes ficam ainda sujeitos a uma redução nas tarifas de esgoto, proporcional ao número de metros quadrados de cobertura verde.
Mineápolis	Regional Green Roof Initiative	Desde 2005 a cidade de Mineápolis possui uma política que afirma que qualquer edifício que contribua para a melhoria da gestão das águas pluviais, por exemplo, através da implementação de uma cobertura verde, recebe um desconto nas taxas de saneamento obrigatórias da cidade.

Bloomington	Unified Development Ordinance	O Decreto de Desenvolvimento Unificado da cidade de Bloomington oferece aos proprietários de edifícios bónus e subsídios para técnicas que ajudem a atingir metas específicas para construções sustentáveis, onde se enquadram as coberturas verdes.
Milwaukee	Green Infrastructure Partnership Program / Regional Green Roof Initiative - MMSD Green Infrastructure Partnership Program	Desde 2010, a cidade de Milwaukee conta com uma política de incentivo a coberturas verdes baseada na atribuição de subsídios financeiros para a sua implementação. Milwaukee oferece subsídios de reembolso de até 50% do custo do projeto para projetos únicos de infraestrutura verde de alta exposição. O programa oferece financiamento de incentivo numa base de reembolso, para uma série de estratégias de infraestrutura verde projetadas para capturar e limpar a água onde ela cai. Milwaukee Metropolitan Sewerage District (MMSD) oferece um subsídio paar coberturas verdes de US $ 5,00 por pé quadrado. Órgãos públicos/governamentais, proprietários de propriedades privadas e organizações sem fins lucrativos são bem-vindos para se candidatarem.
Chicago	Green Permit Program	A iniciativa política de incentivo a coberturas verdes em Chicago começou no ano 2000 com os principais objetivos de diminuir o efeito ilha de calor da cidade e ajudar na gestão das águas pluviais. A cidade passou a exigir que todas as coberturas substituídas respondessem a mínimos padrões de refletividade solar e emissão, o que se mostrou favorável à proliferação das coberturas verdes. Além disso, os regulamentos de águas pluviais de Chicago promovem coberturas verdes, na medida em que todos os projetos que possuam mais do que 1.393 m² devem apresentar um plano de manutenção de águas pluviais, que, por sua vez, deve incluir controles de volume e fluxo. As coberturas verdes são uma das medidas que ajudam no cumprimento dessas exigências. Este programa oferece um processo de licenciamento acelerado e uma possível redução das taxas de licenciamento para permitir inscrições em edifícios comerciais que incluam tecnologias verdes como telhado verde que recebem certificação dentro do sistema de

		classificação LEED ou projetos residenciais que recebem certificação sob o Programa Green Homes de Chicago ou LEED para casas.
Estado de Illinois	Infrastructure Grant Program for Stormwater Management	Illinois Green Infrastructure Grant: As doações estão disponíveis para unidades locais do governo e outras organizações para instalar as melhores práticas de gestão de infraestrutura verde (BMPs) para controlar o escoamento de águas pluviais para proteção da qualidade da água em Illinois. Categoria de Retenção e Infiltração de Águas Pluviais: A doação máxima de Infraestrutura Verde do Illinois (IGIG) é de US $ 750.000 ou 75% do custo do projeto elegível.
Indianápolis	Green Infrastructure Grant Program	O cumprimento dos critérios mínimos para três categorias qualifica o projeto para um desconto de 30% nas taxas de permissão. Para cada categoria adicional que o projeto atender, receberá uma taxa adicional de 10% de desconto. O valor máximo do desconto é de 50%. As seis categorias são: Qualidade da Água / Quantidade; Transporte; Energia; Materiais; Local e Design de Inovação. Proprietários e construtores de imóveis novos ou a realizar grandes reformas em edifícios existentes são elegíveis para receber o incentivo. A cada ano, o Escritório de Sustentabilidade da Cidade de Indianápolis e a United Water colaboram no Programa de Concessão de Infraestrutura Verde para promover a construção de infraestrutura verde Organizações sem fins lucrativos comprometidas com esforços de desenvolvimento sustentável no Condado de Marion podem se candidatar até US $ 20.000 por organização com 20% fundos correspondentes necessários. Algumas entidades com fins lucrativos são elegíveis com a devida aprovação. O crédito será concedido da taxa mensal total de uso de águas pluviais para instalações privadas de águas pluviais, tais como instalações de retenção / detenção, construídas antes da data de vigência ou após a data de vigência do manual de especificação de águas pluviais, se essas instalações atenderem ou excederem os requisitos do manual de águas pluviais e estão em vigor no momento da construção.

Cincinnati	Green Roof Loans / Green Stormwater Demonstration Fund / Cincinnati Stormwater Management Credit	A Agência de Proteção Ambiental do Ohio, o Metropolitan Sewer District de Greater Cincinnati (MSD) e o Escritório de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Cincinnati criaram o Green Roof Loan Program. Este programa disponibilizou US $ 5.000.000 para empréstimos abaixo da taxa de mercado para a instalação de telhados verdes dentro da área de serviço da MSD em edifícios residenciais, comerciais e / ou industriais. Cincinnati oferece um crédito de águas pluviais de até 50% das taxas de gestão de águas pluviais para propriedades que retêm as chuvas no local e limitam a descarga às taxas pré-desenvolvimento.
Syracuse	Green Improvement Fund (GIF)	Os custos elegíveis incluem custos de projeto e engenharia, bem como custos de construção para modificar o local e instalar infraestrutura verde. O GIF forneceu mais de US $ 3,93 milhões em financiamento para mais de 37 projetos de infraestrutura verde.
Washington D.C.	RiverSmart Rooftops Green Roof Rebate Program / RiverSmart Rewards and Clean Rivers IAC Incentive Programs	A cidade de Washington DC possui desde 2007 uma política de incentivos financeiros para a implementação de Coberturas Verdes. Washington D.C oferece um desconto de US $ 10 a US $ 15 por pé quadrado para instalações voluntárias de telhados verdes ao redor do Distrito. Os residentes do distrito, empresas e proprietários podem obter um desconto de até 55% (Desconto Máximo Permitido) da Taxa de Águas Pluviais do DOEE ao reduzir o escoamento de águas pluviais instalando infraestrutura verde (GI), como telhados verdes, biorretenção, pavimento permeável e sistemas de captação de águas pluviais.
Montgomery	RainScapes Rewards Rebate Program	Em Montgomery, o programa oferece descontos para aplicações residenciais e comerciais, multifamiliares e institucionais. Valor do desconto: U$ 9 por pé quadrado (Desconto máximo: Residencial - U$ 7.500 e Comercial / Institucional - U$ 20.000) - Tamanho mínimo (Residencial - 100 pés quadrados e Comercial / Institucional - 200 pés quadrados).

Baltimore	Baltimore Blue Roof Incentive / Blue Water Baltimore	As propriedades em Baltimore podem ganhar créditos contra a taxa de gestão de águas pluviais removendo a superfície impermeável de suas propriedades ou adotando as melhores práticas de gestão, como instalar jardins de chuva ou plantar árvores. As propriedades unifamiliares também podem ganhar créditos participando de limpezas organizadas ou outras atividades aprovadas. Esta organização oferece um incentivo de telhado verde de U$ 2 por pé quadrado de telhado verde instalado, mas não deve exceder 50% dos custos totais do projeto.
Filadélfia	Green Roof Tax Credit	Desde 2007 a cidade de Filadélfia oferece um incentivo financeiro de 25% de todos os custos incluídos na construção de uma cobertura verde até U$ 100.000. Para receber o incentivo pelo menos 50% da cobertura do edifício deve ser coberta por vegetação.
Nova Iorque	Green Roof Tax Abatement / Retrofit Program Rules	A cidade de Nova York começou a desenvolver uma política de Coberturas Verdes em 2007, especialmente com a motivação para melhorar a gestão de águas pluviais. Posteriormente, a promoção de estruturas verdes na cidade passou a ter em conta outros benefícios, como a promoção da biodiversidade. A cidade desenvolveu um programa de redução de taxa para proprietários de casas que instalam telhados biosolares (telhados verdes com painéis solares) nos seus edifícios.
Boston	N/I	A cidade de Boston exige que todos os novos grandes empreendimentos possuam um certificado LEED, que é valorizado caso o edifício inclua uma cobertura verde.

	Devens	Stormwater Management Credit for Green Roofs / Financial incentives for LEED projects	Crédito de Gerenciamento de Águas Pluviais para Telhados Verdes para projetos que incorporam telhados com vegetação. A área de cobertura coberta por vegetação pode ser considerada permeável e subtraída da área total impermeável proposta. Isso reduz a quantidade total de águas pluviais que precisam ser gerenciadas no local e pode reduzir o tamanho dos sistemas de gerenciamento de águas pluviais associados. Os projetos concluídos que obtiverem a certificação LEED podem ser reembolsados em até 15% de sua taxa de permissão unificada (máximo de U$ 10.000). O Programa de Certificação de Construção Sustentável de Liderança em Projeto Ambiental e Energia (LEED) do US Green Building Council requer que vários componentes de infraestrutura verde sejam projetados e construídos num projeto que busca certificação (paisagismo, eficiência energética, gestão de águas pluviais de baixo impacto, redução da pegada de desenvolvimento etc.).
Canadá	Toronto	Eco-Roof Incentive Program / Green Roof By-law	Toronto foi a primeira cidade na América do Norte a desenvolver uma política de obrigatoriedade para coberturas verdes, antecedida por um vasto estudo sobre os benefícios e retornos econômicos que a aplicação desta tecnologia traria à cidade. Os desenvolvedores podem receber U$ 100 / m² de telhado verde instalado até U$ 100.000. (Menos de 4.999 m² = 20%; 5.000 - 9.999 m² = 30%; 10.000 - 14.999 m² = 40%; 15.000 - 19.999 m² = 50%; 20.000 m² ou mais = 60%). Coberturas verdes são necessárias para todo o novo desenvolvimento acima de 2000 sq / m. A exigência de cobertura varia de 20 a 60% do espaço disponível no telhado e a lei afeta todos os novos pedidos feitos a partir de 31 de janeiro de 2010.

Fonte: elaborado pela autora com base em Green Roofs.PT.[7]
Legenda: N/I: Não identificado

[7] Disponível em: www.greenroofs.pt. Acesso em 24 jan.2020.