

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE**

**GUIA PARA IMPLANTAÇÃO DE COBERTURAS VERDES:
VERSÃO PARA O CONTEXTO DO MUNICÍPIO DE
CAMPO GRANDE E REGIÃO**

PRISCILA NAKAMURA

**CAMPO GRANDE
2018**

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE**

**GUIA PARA IMPLANTAÇÃO DE COBERTURAS VERDES:
VERSÃO PARA O CONTEXTO DO MUNICÍPIO DE
CAMPO GRANDE E REGIÃO**

PRISCILA NAKAMURA

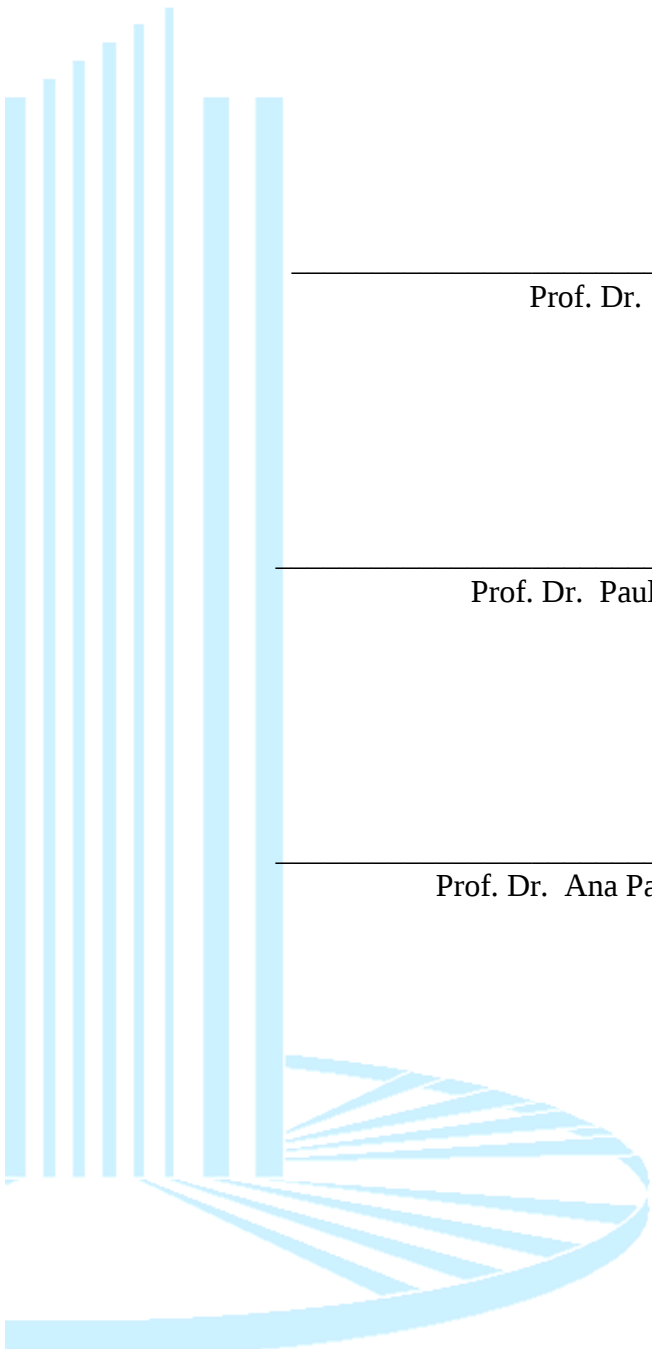
Trabalho de Conclusão de Curso do Mestrado Profissional apresentada na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade, na área de concentração Sustentabilidade.

Orientadora: Prof. Dr. Andrea Naguissa Yuba

**CAMPO GRANDE
SETEMBRO / 2018**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Redação final do Trabalho de Conclusão de Curso defendida por **PRISCILA NAKAMURA**, aprovada pela Comissão Julgadora em 10 de setembro de 2018, na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade.



Prof. Dr. Andrea Naguissa Yuba – Orientadora
FAENG/UFMS

Prof. Dr. Paulo Robson de Souza – Membro Titular
INBIO/UFMS

Prof. Dr. Ana Paula da Silva Milani – Membro Titular
FAENG/UFMS

RESUMO

NAKAMURA, Priscila (2018). Guia para implantação de coberturas verdes: versão para o contexto do município de Campo Grande e região. Campo Grande, 2018. 89 p. Trabalho de Conclusão Final de Curso (Mestrado Profissional) – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Coberturas verdes estão sendo construídas e utilizadas como estratégia para mitigação de danos ambientais, principalmente em grandes centros urbanos. Buscando garantir sua qualidade, países como Alemanha, Suíça, Japão e Canadá, já possuem seu próprio guia com orientações técnicas, aliados a políticas e estratégias de incentivo. No Brasil esse assunto é mais recente e vários projetos de lei têm sido propostos nos últimos anos, mas apresentando informações superficiais e sem embasamento técnico ou científico. Este trabalho objetivou desenvolver um manual de planejamento, execução e manutenção do sistema de cobertura verde para cidades brasileiras, tendo como caso a cidade de Campo Grande-MS, buscando orientar projetistas, fabricantes e usuários, para dar o suporte inicial para a implementação da solução construtiva. Realizada a caracterização da cidade, foi definida a nomenclatura do material (guia ou manual), também foram avaliados textos de leis, além de uma análise inicial de guias e manuais existentes, onde ficou evidente as diferenças de conteúdo e o grau de profundidade com que cada assunto é tratado. Desta forma foi possível definir a forma de apresentação do conteúdo (roteiro). Com a estrutura inicial do guia montado, prosseguiu-se com o preenchimento de informações obtidas na revisão bibliográfica. Espera-se que o guia possa incentivar a continuidade dos estudos para o enriquecimento dos conteúdos e que possibilite estender o alcance das informações obtidas a outros locais que tenham ou não características semelhantes e que de alguma forma possam se beneficiar com a técnica.

Palavras- chave: telhado verde, cobertura vegetada, isolamento térmico, arquitetura.

ABSTRACT

Green roofs have been used as a strategy to mitigate environmental damage, especially in large urban centers. Some countries like Germany, Switzerland, Japan and Canada, already have their own guide with technical guidelines, to guarantee the quality and they are allied to policies and incentive strategies. In Brazil this subject is still recent and several laws have been proposed in recent years, but presenting superficial information and without technical or scientific background. This research developed a guide for the planning, execution and maintenance of green roof system for Brazilian cities, with a Campo Grande-MS study case, in order to guide designers, manufacturers and end users to provide initial support to implement this kind of roof. The city was characterized, the denomination was defined (guide or manual), some laws content were evaluated, as well as some existing guides and manuals, dealing with the diversity of the content and the way each subject is treated. The presentation form of the content (script) was also defined. The structure of the guide was assembled and all the collected information in literature review was used. The development of the guide can encourage new researches to provide new contents and also be a starting point to develop new guides to other cities that have or do not have similar characteristics and that can somehow benefit from the technique.

Keywords: green roof, vegetative roof, thermal insulation, architecture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapas de elementos a serem considerados: temperatura, precipitação, radiação e ventos.	18
Figura 2. Sobreposição de elementos climáticos e bioma.	19
Figura 3. Mapa de Köppen e mapa de Nimer respectivamente.	20
Figura 4. Estudo da área de abrangência do guia.	20
Figura 5. Metodologia para elaboração da lista inicial de recomendação de espécies vegetais.	23
Figura 6. Exemplos em residências.	37
Figura 7. Exemplos em condomínios.	37
Figura 8. Exemplos em comércios.	38
Figura 9. Exemplos em órgãos públicos.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Elementos climáticos	17
Tabela 2. Identificação dos assuntos presentes nos guias e manuais analisados.....	27
Tabela 3. Conteúdos e tópicos fundamentais de cada guia.	30
Tabela 4. Composição da parte 1 do guia.....	33
Tabela 5. Composição da parte 2 do guia.....	34
Tabela 6. Recomendações de espécies nativas potenciais para coberturas verdes.....	35
Tabela 7. Recomendações de empresas que comercializam espécies vegetais em Campo Grande.	35
Tabela 8. Recomendações de empresas especializadas em sistemas de cobertura verde no Brasil.....	36
Tabela 9. Espécies observadas e alguns exemplos em clínicas.	37

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FLL	Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V
GRO	Green Roof Organization
EUA	Estados Unidos da América
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
IGRA	International Green Roof Association
NBR	Norma Brasileira Regulamentada
PLANURB	Instituto Municipal de Planejamento Urbano – Campo Grande-MS
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
CECRESB	Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito
SolarPACES	Solar Power and Chemical Energy Systems
MS	Mato Grosso do Sul
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LISTA DE SÍMBOLOS

mm	Unidade de medida de comprimento em milímetro
Kg	Unidade de medida de massa em quilograma
g	Unidade de medida de massa em grama
%	Porcentagem
cm	Unidade de medida de comprimento em centímetro
T	Temperatura, °C.
L	Unidade de medida de volume em litros
m ²	Metro quadrado
m/s	Metro por segundo

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	v
LISTA DE SÍMBOLOS	vi
SUMÁRIO.....	vii
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos.....	14
1.2 Método	14
1.2.1 Levantamento de guias, manuais e legislação existentes	14
1.2.2 Guia ou manual: definição do tipo de material a ser produzido e nomenclatura a adotar	15
1.2.3 A maneira como o conteúdo é transmitido ao leitor.....	15
1.2.4 Estudo da área de abrangência do guia.....	16
1.2.5 Elementos climáticos.....	16
1.2.6 Escala mesoclimática: fatores geomorfológicos.....	21
1.2.7 Escala microclimática: fatores antrópicos	21
1.2.8 Escala do edifício: entorno	22
1.2.9 Elaboração do elenco de espécies vegetais para plantio.....	22
1.3 ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DA PESQUISA.....	Erro! Indicador não definido.
2 RESULTADOS INTERMEDIÁRIOS DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO GUIA.....	24
2.1 A relação entre origem e conteúdo dos guias e manuais existentes.....	24
2.1.1 Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing, Alemanha (FLL, 2008).....	24
2.1.2 Design Guidelines and Maintenance Manual for Green Roofs in the Semi-Arid and Arid West, Canadá (Touderlund, 2010).....	25

2.1.3	Green Roof Resource Manual, Sydney, Austrália (Environa Studio, 2010)	25
2.1.4	Technical Guidelines for Green Roofs Systems in Hong Kong, Hong Kong (Hui, 2011)	25
2.1.5	Considerações parciais	Erro! Indicador não definido.
2.2	O rol de assuntos a contemplar no guia	26
2.3	A definição da maneira de abordar os assuntos.....	28
2.4	Peculiaridades da legislação a agregar no guia	31
2.5	Elaboração da estrutura e conteúdo do guia	32
2.6	A evolução da indicação de espécies vegetais a utilizar	35
3	O GUIA DE COBERTURAS VERDES PARA CAMPO GRANDE - MS	39
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
	REFERÊNCIAS	41
	ANEXO.....	45

1 INTRODUÇÃO

As preocupações ambientais têm tido vários reflexos na maneira de se edificar, no sentido de diminuir os impactos causados pelas atividades típicas da construção civil. As coberturas/telhados verdes, assim como outras práticas, são uma demonstração desse princípio.

Segundo o guia alemão Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V - FLL (2008), as coberturas verdes podem ser consideradas como um sistema construtivo onde a vegetação é incorporada em uma superfície, inclinada ou horizontal, geralmente suportado por um substrato, filtro, camada de drenagem/reservatório, barreira antirraiz e membrana impermeável.

Elas podem oferecer diversos benefícios, tanto para os proprietários, usuários, instaladores e a comunidade, tanto à escala do edifício quanto à escala da cidade. Beneficiam o ambiente em geral através da biodiversidade, atenuação do escoamento de água de chuva, influenciando no balanço hídrico da cidade, e também podem promover melhoria na qualidade do ar em grandes centros urbanos, em maior escala. Em termos econômicos, trazem benefícios à longo prazo, pois devido à sua característica de refrigeração, influenciam na redução de gastos com energia, aumentam a vida útil da camada de impermeabilização e também podem promover uma melhor eficiência no funcionamento dos painéis fotovoltaicos. No âmbito social, podem oferecer um local de convívio e lazer, proporcionando melhora na qualidade de vida de seus ocupantes.

Para alcançar todo o potencial que as coberturas verdes podem oferecer, é necessário um bom planejamento para a correta execução da técnica e conhecer todos os cuidados necessários para manter e conservar o sistema.

Buscando fornecer o suporte necessário, orientações e requisitos para a implantação, guias e manuais começaram a ser elaborados inicialmente na Europa, onde os estudos sobre coberturas verdes já existem há mais de três décadas.

A Alemanha e o Japão são considerados pioneiros nos estudos sobre coberturas verdes (Magill et al, 2011), onde os escassos recursos naturais e uma alta densidade populacional, forçaram a população a abraçar estratégias mais sustentáveis em praticamente todas as atividades econômicas (Buehler et al, 2011). As coberturas verdes oportunizam diversas pesquisas, não somente o estudo de seu desempenho térmico, como também para os tipos vegetais, a qualidade da água drenada, tipos de substratos ideais e gestão do escoamento de águas pluvias, que segundo Raposo (2013), tem sido uma das

áreas onde mais se tem realizado estudos. As universidades em parceria com organizações, empresas e o poder público poderiam trabalhar em conjunto para desenvolver incentivos e suporte necessários para a implantação de coberturas verdes em escala, fato que aconteceu no desenvolvimento do guia do Canadá (Touderlund, 2010).

Ainda no Canadá, em Toronto, há legislação que obriga edificações com mais de 2.000m² a instalar coberturas verdes e os edifícios que não estão sujeitos à tal Lei, podem aderir voluntariamente ao programa de incentivo oferecido pela cidade, que ajuda a financiar a instalação, bastando apenas acessar o site da prefeitura de Toronto (www.toronto.ca) para reunir informações onde contam com um amplo banco de informações com orientações, requisitos, formas de aprovação, informações sobre consultores técnicos, normas, entre outros. A experiência desse e dos demais países citados indica que as diretrizes e normas técnicas são muito importantes para garantir a qualidade e o desempenho dos sistemas de cobertura verde, bem como promover o desenvolvimento da tecnologia e do mercado local.

No Brasil, leis que incentivam a instalação de coberturas verdes estão sendo propostas em várias cidades, mas demonstram superficialidade e falta de conhecimento sobre o assunto. Em Campo Grande, a Lei 5.591, de 28/07/2015, prevê a implantação de cobertura verde nos prédios da administração pública direta e indireta. A lei, ainda não regulamentada, ou seja, na qual não foram determinados os critérios e regras, ainda passará por detalhamento técnico (camara.ms.gov.br, 2016).

Porém, para dar suporte a essa ação e para que as pessoas se beneficiem com os incentivos financeiros e principalmente com as vantagens que a cobertura verde proporciona, é fundamental que elas tenham cada vez mais confiança no sistema, através do maior conhecimento e de orientações adequadas para sua instalação.

Para tanto, entre os materiais com orientações disponíveis há guias, manuais, códigos, entre outros (Apêndice II do guia). Apesar das diferentes características dos locais de aplicação (clima, vegetação, cultura...) estruturalmente, cada documento tem diferenças de abordagem, conteúdo, graus de aprofundamento, linguagem, que foram explorados para a elaboração deste guia.

Diferente de países como a Alemanha e o Japão, o Brasil possui uma grande extensão territorial, com diferentes regiões, climas e vegetações. Por isso, elaborar um guia para o Brasil demandaria um longo tempo, o que inviabilizaria a princípio a realização do presente trabalho, levando em conta prazos, recursos e pesquisadores.

Assim, inicialmente foi escolhida a cidade de Campo Grande-MS como foco da pesquisa e espera-se que futuramente os estudos avancem por outras cidades brasileiras.

1.1 Objetivos

Objetivo geral:

Este trabalho objetivou elaborar um guia de coberturas verdes, com informações práticas e suficientes para orientar projetistas, fabricantes e usuários, dando o suporte inicial necessário para a implementação dessa solução construtiva, para cidades brasileiras.

Objetivos específicos:

- Elencar forma e conteúdo mais importantes para compor o guia.
- Determinar os conteúdos que deverão ser mais detalhados, visando a concepção para as características de Campo Grande-MS.

1.2 Método

A elaboração do guia, envolveu o desenvolvimento das seguintes etapas:

1.2.1 Levantamento de guias, manuais e legislação existentes

Esta etapa consistiu na revisão bibliográfica de quatro guias e manuais, escolhidos com base em: relevância, atualidade, disponibilidade e a localização em diferentes continentes (Europa, América do Norte, Oceania e Ásia). Para cada um, foram identificados os seus tópicos e realizada análise comparada de conteúdo, identificando aqueles recorrentes e fundamentais para a composição de um guia sobre coberturas verdes, assim como conteúdos pontuais que podem ou não ser relevantes para a elaboração do material para cidades brasileiras. Isso ajudou a definir os assuntos mais importantes a abordar em um guia que se propõe orientar projeto, execução e manutenção.

Foi realizado também um levantamento de leis e incentivos para a implantação de coberturas verdes, para que fossem contempladas todas as questões com as quais os projetistas e usuários deverão lidar (e ser responsabilizados) ao executar uma cobertura desse tipo.

1.2.2 Guia ou manual: definição do tipo de material a ser produzido e nomenclatura a adotar

Como existem materiais com o termo “guia” e alguns com o termo “manual”, foi necessário pesquisar os significados e realizar uma análise entre os dois tipos de materiais encontrados para definir a nomenclatura.

A forma de apresentação do documento está entre as principais diferenças encontradas durante a análise inicial de guias e manuais. A Alemanha (FLL, 2008) identifica seu material como um guia (*Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing*), assim como o de Hong Kong (*Technical Guidelines for Green Roofs Systems in Hong Kong*). Já o da Austrália (Environa Studio, 2010), é identificado como sendo um manual (*Green Roof Resource Manual*), e do Canadá (Touderlund, 2010) mescla os dois tipos em um único material, fornecendo um guia para projeto e um manual para manutenção de coberturas verdes (*Design Guidelines and Maintenance Manual for Green Roofs in the Semi-Arid and Arid West*).

Os significados de “guia” e “manual”, presentes no dicionário Michaelis são semelhantes e não esclarecem significativos ponto de distinção, à exceção do “resumo de alguma ciência ou arte” para o termo “manual”. A análise dos guias e manuais internacionais, denota que os materiais mais superficiais, com menos informações técnicas foram denominadas de “manual”. Já os materiais mais desenvolvidos, com mais informações, que apresentam um conteúdo mais detalhado, foram apresentados como um “guia”.

Estes materiais analisados em nenhum momento avaliam as razões na escolha do termo, tratando-se apenas de uma constatação realizada pelo presente estudo. Apesar desta análise apontar para a escolha do termo “manual” a princípio, por se tratar de um estudo inicial, optou-se pelo termo “guia”, pois caracteriza melhor o tipo de mensagem que este estudo quer passar, algo mais relacionado a uma “orientação” do que a um “passo-a-passo”, termo este que reflete melhor o termo “manual”.

1.2.3 A maneira como o conteúdo é transmitido ao leitor

Durante a análise das referências, alguns materiais apresentaram estruturas mais dinâmicas e objetivas do que outros, o que foi considerado um facilitador para a compreensão do leitor. Desta forma, aspectos positivos identificados na maneira de transmitir o conhecimento ao leitor foram reproduzidos no guia.

O roteiro do guia, ou seja, a ordem dos conteúdos, foi baseado em dois estudos: de Hui (2010) que propõe uma melhor organização para separar e definir as etapas do seu guia, e no estudo de Raposo (2013), que apresenta uma ordem de conteúdos mais coerente com o que se busca neste trabalho, que é facilitar a compreensão dos leitores.

1.2.4 Estudo da área de abrangência do guia

Diferente da Alemanha, o Brasil possui uma extensão territorial maior, com diferentes climas e tipos de vegetação. Isso define características e prioridades diferentes para cada contexto. Para evitar generalizações que dificultariam a apropriação do guia proposto e também viabilizar esta primeira aproximação do tema à equipe, prazo e recursos, foi necessário definir um caso para aplicação da pesquisa.

Assim, a cidade de Campo Grande-MS, foi escolhida como foco devido a maior facilidade para obtenção de dados da cidade, do clima e da vegetação local. A generalização da aplicação dos resultados pode se estender a outras cidades com características semelhantes.

É fato que é a vegetação escolhida que irá determinar como será todo o restante do sistema e é por isso que este tema se tornou objeto de análise mais profundo neste trabalho. E para tratar de vegetação, necessariamente é preciso tratar de clima, e para analisar o clima, é necessário tratar da área de abrangência. Esta impôs grande desafio pois, ao determinar que o guia seja somente para Campo Grande, estão sendo desconsideradas várias outras áreas do território nacional que poderiam se beneficiar com o guia. Pensando na extensão que este guia poderia atingir, foi realizado um estudo para identificar qual seria a área com características em comum, já visualizando um material mais completo e assertivo futuramente.

Inicialmente realizou-se uma breve revisão sobre climatologia geral, levando em consideração as características do Brasil onde foram levantados mapas correspondentes aos elementos climáticos principais. A partir disso foi realizada uma busca relativa à atuação destes elementos na cobertura verde sob a perspectiva de diferentes autores pertencentes a diferentes países, permitindo enumerar vários elementos e fatores climáticos que podem influenciar na cobertura verde.

1.2.5 Elementos climáticos

Os elementos climáticos são variáveis que alteram, de acordo com a localização específica. Estes são usados para definir classificações climáticas utilizadas em todo o

mundo, que são elaboradas de diferentes maneiras e diferentes objetivos, propiciando variados tipos. Devido a essa variação na escolha dos elementos, foi necessário entendê-los melhor e como é a sua influência nas coberturas verdes. Observaram-se diferenças quanto às prioridades, mas no geral, existe uma coerência entre os estudos analisados. Na tabela a seguir foram identificados os principais elementos climáticos que podem atuar sobre a cobertura verde e sua importância no desenvolvimento do projeto, pois influenciam na seleção de materiais e tipos de vegetação adequados.

Tabela 1. Elementos climáticos

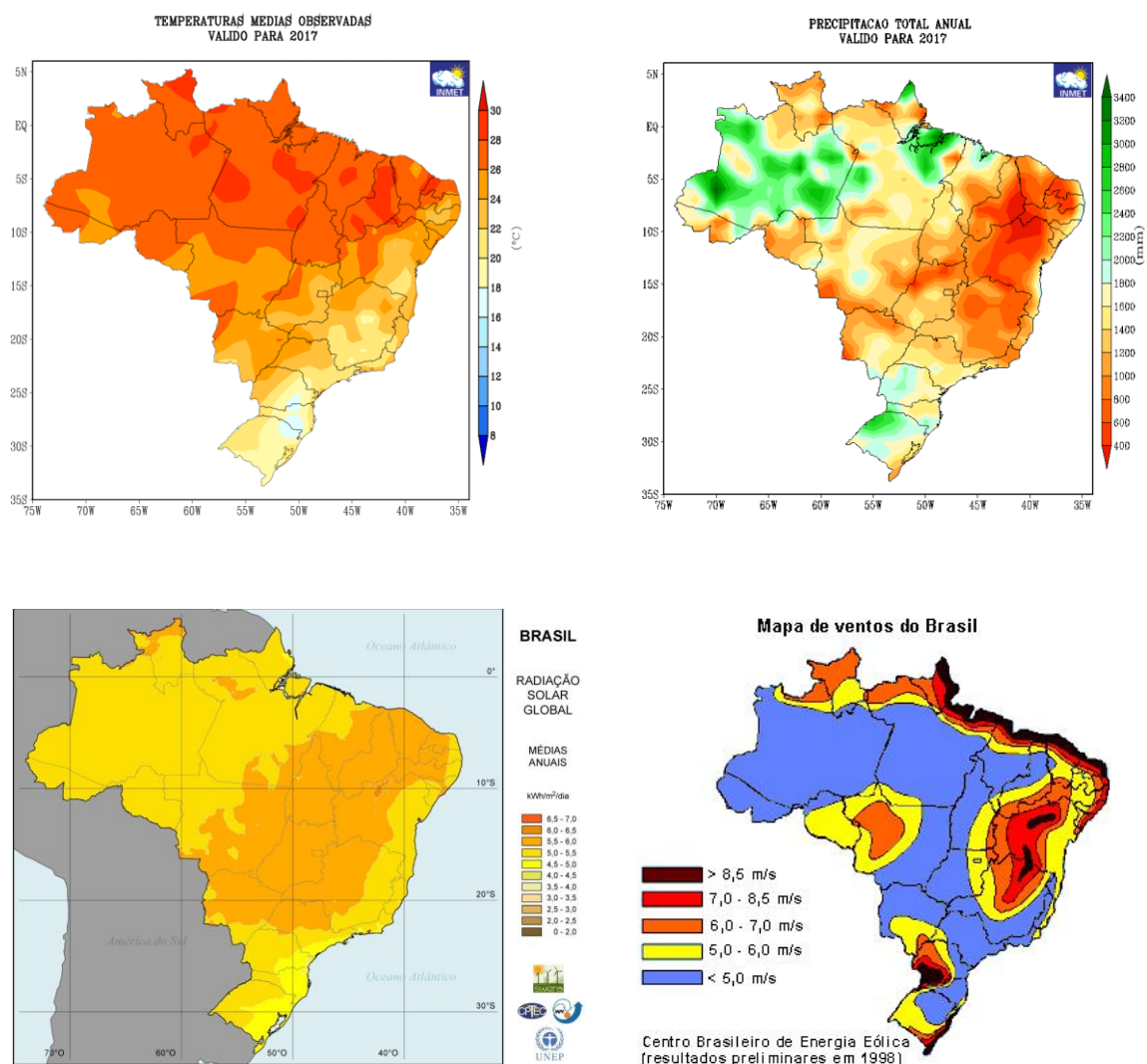
Temperatura	Temperatura e precipitação, são os principais elementos que determinam os tipos de clima de uma região, e seus dados são a base que definem diferentes classificações climáticas, portanto, é fundamental avaliar a faixa de temperatura provável em um local em um projeto de plantio de cobertura verde, particularmente em eventos de temperaturas elevadas ao extremo.
Precipitação	Importante para determinar se as chuvas são suficientes para atender às necessidades das plantas, senão é necessário o uso de um sistema de irrigação. Em locais que alternam períodos chuvosos e períodos de seca, pode-se optar pelo armazenamento de água, minimizando gastos.
Radiação solar	A radiação solar tende a ser maior em locais mais altos em relação ao solo. Em locais altos há menos edificações, a vegetação absorve menos radiação. Existem coberturas e paredes que recebem significativamente menos radiação por situar-se em edifícios próximos e mais altos, por isso uma análise de sombreamento deve ser realizada para avaliar cada local, levando em consideração as mudanças da trajetória solar que ocorrem ao longo do ano (definindo as estações) e a possibilidade de novas edificações ao redor.
Ventos	Quanto maior a altura em relação ao nível do solo, maiores são as velocidades dos ventos. Sobre sua influência, Hui (2011) indica medidas de segurança ao projetar e instalar a cobertura verde, principalmente quando a impermeabilização e a barreira antirraiz são soltas. As cargas de vento são capazes de danificar qualquer coisa construída no telhado, durante a construção ou quando concluída. Os cantos e bordas possuem maior estresse, sendo recomendado a criação de faixas com pedras, cascalhos ou pavimentos no perímetro, atuando como barreira.

Fonte: Do autor. Adaptado de Growing Green Guide (2014).

No Brasil, Ohnuma Jr.; Silva e Gomes (2015) consideram a precipitação, radiação e temperatura, os principais elementos meteorológicos, e onde há ventos mais intensos como em Melbourne, o guia dá destaque para o vento, citando até um estudo de caso intitulado “desafios do vento”. Mesmo com esta perceptível diferença de prioridades observadas nos estudos analisados, ficou claro que estes quatro elementos: temperatura, precipitação, radiação e vento (Figura 1), são fundamentais para levar em consideração

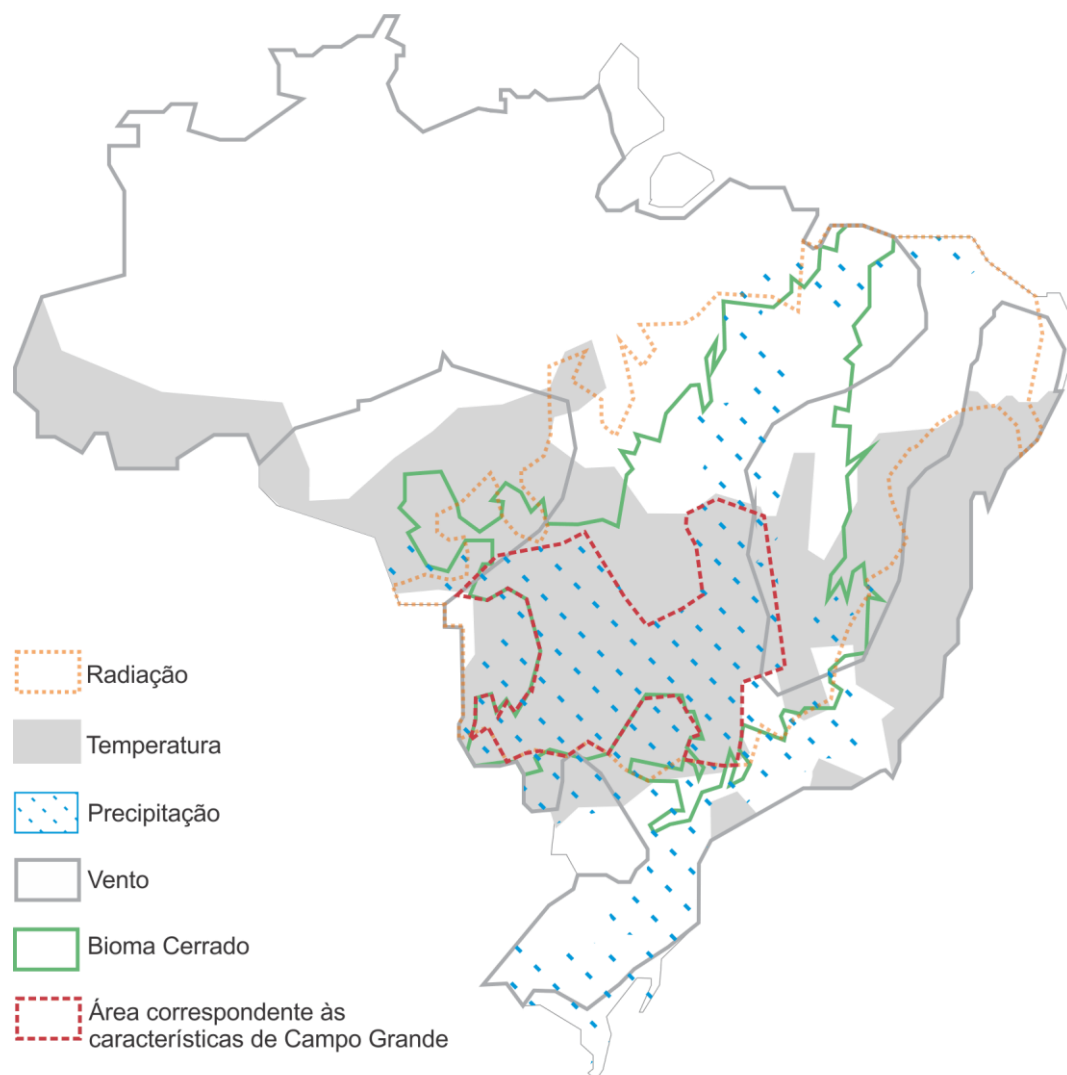
na hora de avaliar um local propenso a receber uma cobertura verde e para o desenvolvimento do projeto.

Figura 1. Mapas dos elementos: temperatura, precipitação, radiação e ventos.



A Figura 2 é a junção destes quatro elementos, além do bioma Cerrado, através da sobreposição destes mapas, na tentativa de traçar uma área em comum onde Campo Grande está situada.

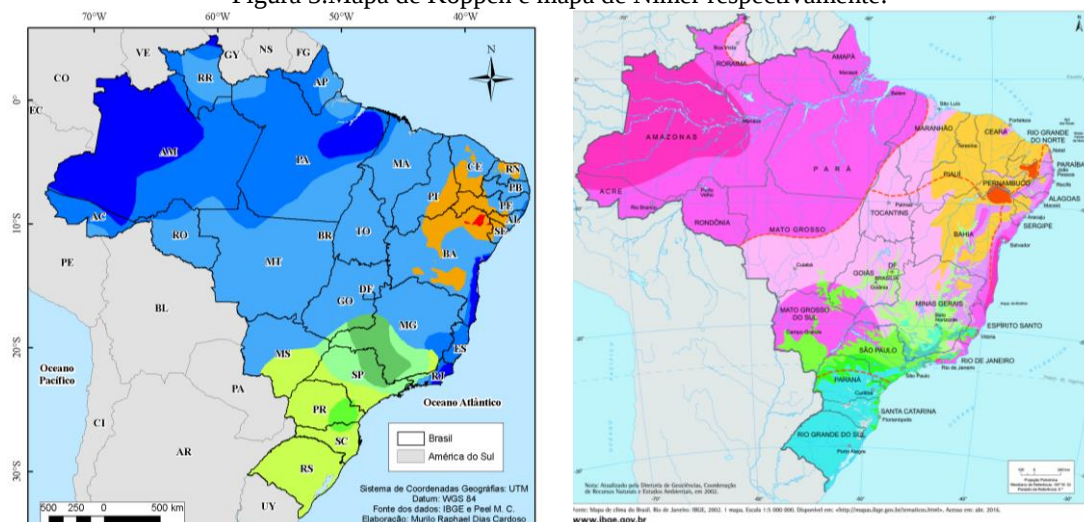
Figura 2. Sobreposição de elementos climáticos e bioma Cerrado.



Fonte: da autora.

Buscando restringir ainda mais a área de abrangência, foram considerados também os mapas climáticos de Köppen-Geiger (Figura 3), reconhecida tanto por retratar o que há de mais atual nas condições climáticas observadas, como também para avaliar as tendências do clima e projeções futuras e também o mapa do IBGE (Figura 03), desenvolvido por Edmon Nimer.

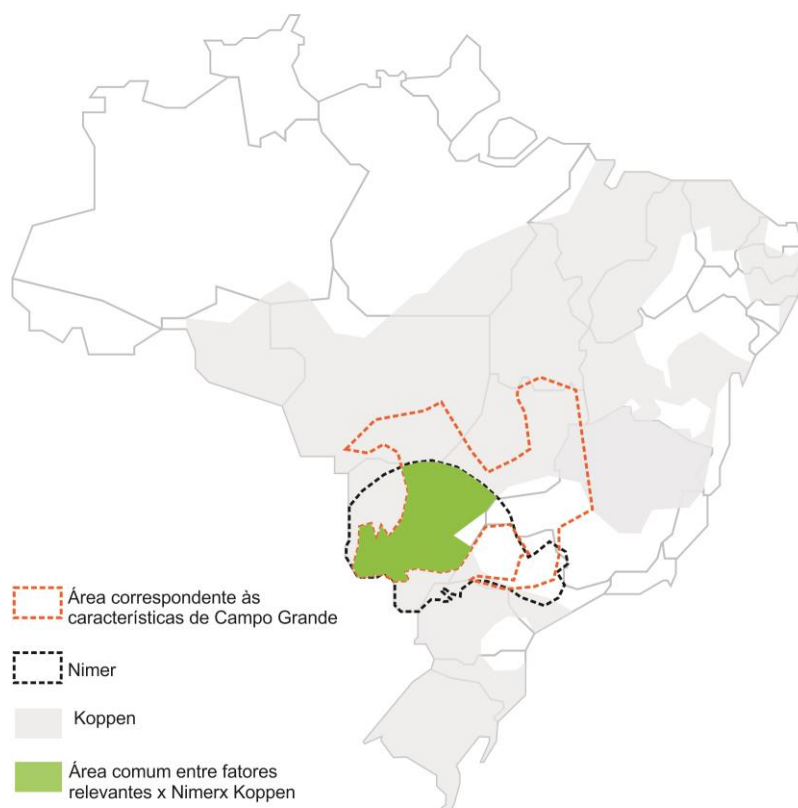
Figura 3. Mapa de Köppen e mapa de Nimer respectivamente.



Fonte: IBGE, 2017.

Como Campo Grande se encontra em uma área de transição, foram consideradas as duas áreas correspondentes nos mapas anteriores para representar o clima de Campo Grande. O mapa da Figura 4 mostra a sobreposição dos mapas, em 3 níveis.

Figura 4. Estudo da área de abrangência do guia.



Fonte: da autora

Desta forma, unindo estes três dados, chegou-se em uma área que corresponde basicamente a grande parte do Estado de Mato Grosso do Sul, exceto a região Sul do Estado e a região que corresponde ao Pantanal. Esta área destacada poderia determinar a área de abrangência do guia, mas para afirmar realmente esta possibilidade, à princípio concluiu-se que seria necessário maior aprofundamento do estudo nesta área, que exigiria tempo e expertise para lidar com o assunto, caso seja realmente um dado que possa ser afirmado futuramente. Porém o estudo claramente mostrou que pode atender uma área muito maior Campo Grande mesmo com as restrições impostas nos mapas da Figura 2 e 4, e justamente por isso definiu-se que este guia seria contextualizado para Campo Grande e região.

Esta introdução a climatologia foi importante para a compreensão de quais elementos influenciam mais na cobertura verde. Estes elementos variam devido a uma série de fatores que influenciam diretamente na caracterização do clima local, sendo possível distinguir a atuação destes fatores em três escalas diferentes:

1.2.6 Escala mesoclimática: fatores geomorfológicos

Refere-se aos fenômenos em escala local, em que a topografia condiciona o clima pelas condições do relevo. De acordo com Raposo (2013), são condicionadas por fatores como a topografia, a presença de vegetação, a continentalidade ou maritimidade, a altitude e a latitude, etc. Sua influência se dá de várias formas, e pode alterar diferentes elementos, como por exemplo a vegetação, que impede a incidência direta dos raios solares na superfície, amenizando o aquecimento.

1.2.7 Escala microclimática: fatores antrópicos

Segundo a Growing Green Guide (2014), espaços fechados, como os cânions urbanos, podem criar seu próprio microclima onde a turbulência do vento, a poluição, a umidade e a temperatura podem ser intensificadas. O clima localizado nessas áreas vai mudar as condições de crescimento das plantas e deve ser considerado no planejamento e concepção de coberturas verdes.

Para Oliveira Neto (2014), é importante saber que a intensidade da ilha de calor está relacionada com a geometria urbana e as condições climáticas, onde em alguns casos, é tão impactante que seu raio de ação chega a coincidir com o domo de ar urbano, altura de três a cinco vezes a média da altura dos edifícios. E é por isso que estudiosos temem que o crescimento urbano sem um planejamento, venha a acelerar o desequilíbrio do

microclima urbano e consequentemente agrave a qualidade de vida de seus habitantes. Dentre as alternativas estudadas para mitigar os efeitos colaterais da ilha de calor, a cobertura verde é considerada uma delas, visto que a sua implantação não requer mudanças na estrutura urbana.

1.2.8 Escala do edifício: entorno

Adicionalmente é necessário considerar a exposição ao sol e ao vento, características próprias de cada cobertura, que poderão também condicionar a definição da solução construtiva a adotar.

Os fatores climáticos irão variar até mesmo em decorrência dos edifícios ao redor, pois em um ambiente urbano as alturas das edificações variam bastante e o tratamento de uma cobertura verde em um edifício muito alto pode ser bem diferente de uma edificação térrea, já que a velocidade do vento pode ser maior, e sua exposição à radiação também, caso não haja sombreamento por outros edifícios, além de sua temperatura que também pode variar. Em Hong Kong, Hui (2011) afirma que muitos espaços na área urbana que oferecem potencial para o desenvolvimento de coberturas verdes são protegidos do sol por edifícios altos vizinhos durante a maior parte do dia e isso influencia diretamente na seleção e crescimento das plantas.

Basicamente, chegou-se as seguintes conclusões: os principais elementos a serem considerados, de acordo com a análise são: temperatura, precipitação, radiação solar e ventos, porém, a ordem de importância irá variar de acordo com as especificidades de cada local.

1.2.9 Elaboração da lista de espécies vegetais para plantio

Definida a área de abrangência, foi possível dar início à outra análise fundamental, que são as espécies de plantas ideais para coberturas verdes em Campo Grande. Foi necessário adotar uma metodologia para dar início a esta seleção. Primeiramente o estudo estava focado nas plantas nativas, cuja listagem foi obtida por indicação de Yule (2016).

Entretanto, a grande maioria é difícil de encontrar e não é comumente comercializada, sendo então realizada outra busca por espécies exóticas e acessíveis no mercado que se adaptam bem ao clima e poderiam também serem incorporadas a cobertura verde. Desta forma, foi realizada uma pesquisa em estabelecimentos que

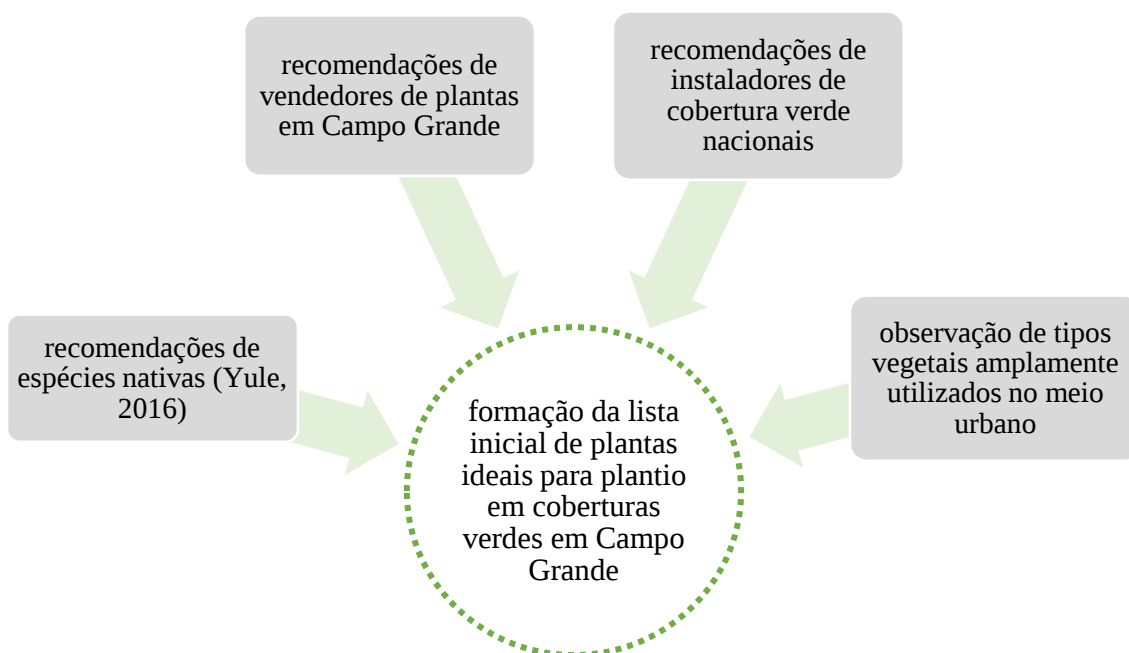
apresentam grande variedade de espécies e com profissionais que pudessem auxiliar na indicação.

Diante das diferenças encontradas, muito devido à grande variedade de espécies, também foi pesquisado o que as empresas fornecedoras de sistemas de cobertura verde no Brasil têm indicado. Nos sites próprios, é possível encontrar estas informações, mas não são especificadas se são apropriadas para qualquer região do país.

Além dessas, um trabalho de observação foi iniciado, tentando visualizar no geral, que espécies são mais cultivadas pela cidade, se elas se encaixam nas listas fornecidas, buscando dados ocultos como uma boa relação entre custo e benefício (preço, manutenção).

Desta forma, unindo estas quatro linhas de informação (Figura 5), foi possível elencar algumas espécies que se adaptariam a uma cobertura verde. Como se trata de um estudo inicial, estas recomendações são apenas uma base, sendo que estudos posteriores podem auxiliar no aprimoramento desta lista.

Figura 5. Metodologia para elaboração da lista inicial de recomendação de espécies vegetais.



Fonte: da autora.

2 RESULTADOS DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO GUIA

Os dados apresentados neste item ilustram as etapas da produção do guia, de maneira que se esclareçam as considerações no processo de desenvolvimento.

2.1 A relação entre origem e conteúdo dos guias e manuais existentes

Foram escolhidos os materiais da Alemanha (FLL, 2008), Canadá (Touderlund, 2010), Austrália (Environa Studio, 2010) e China (Hong Kong) (Hui, 2011). Além destes guias e manuais, também foi utilizada como referência a dissertação de mestrado de Raposo (2013), que apresenta um manual de boas práticas de coberturas verdes para Portugal.

2.1.1 Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing, Alemanha (FLL, 2008)

O guia alemão foi produzido pela FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau - Pesquisa para o desenvolvimento da Paisagem), organização fundada em 1975, iniciando seus estudos sobre cobertura verde em 1982. Desde então várias revisões foram realizadas, sendo publicado em inglês pela primeira vez em 2004. A última versão é de 2008 e fornece orientações, recomendações e relatórios técnicos em conformidade com o Instituto de Normalização Alemão (DIN - Deutschen Institutes für Normung).

O guia com 121 páginas, divididos em 16 capítulos, possui textos, esquemas, tabelas, mas não utiliza imagens que mostram estudos de caso, por exemplo. Apresenta uma abordagem peculiar na divisão dos capítulos, pois não divide exatamente as etapas como propõe no título (planejamento, construção e manutenção), mas sim elencando os requisitos e materiais, componentes e elementos fundamentais, seguindo uma sequência lógica para a implantação da cobertura.

Vários profissionais estão envolvidos na organização da FLL. O grupo que trabalha com coberturas verdes é apenas uma das 40 comissões que publicaram uma longa lista de diretrizes e as instruções de trabalho.

2.1.2 Design Guidelines and Maintenance Manual for Green Roofs in the Semi-Arid and Arid West, Canadá (Touderlund, 2010)

A publicação embora canadense, é fruto de uma organização que promove a indústria de cobertura verde na América do Norte, mas o foco do estudo é na cidade de Denver no Colorado (EUA), caracterizada pela presença de montanhas rochosas. Dentre os vários materiais sobre coberturas verdes já publicados, o guia trata de climas específicos e pode ser relevante na elaboração de um guia brasileiro, que possui uma extensa área e diferentes climas, assim como os Estados Unidos.

Foi elaborado em 2010 por uma arquiteta e professora da Universidade do Colorado com apoio de colaboradores, e é o guia mais sucinto entre os quatro estudados, apresentando apenas 59 páginas. Destaca-se pela maior ênfase dada às etapas de planejamento e projeto. Além do texto, apresenta várias imagens de estudos de caso para exemplificar e dar suporte ao conteúdo.

2.1.3 Green Roof Resource Manual, Sydney, Austrália (Environa Studio, 2010)

O guia possui 139 páginas e foi elaborado por uma organização constituída por dois consultores principais: um arquiteto e outro arquiteto paisagista, tendo assistência de um engenheiro civil e hidráulico, além de suporte para pesquisa ambiental e econômica. A estrutura do guia reflete o envolvimento dos profissionais no processo, evidenciando onde cada profissional atuou de forma mais significativa, por exemplo, quando se separam as considerações para projeto em arquitetura e paisagismo, resultando em uma proposta diferente dos outros guias analisados. O guia não explora os diferentes climas da Austrália, focalizando apenas a cidade de Sidney.

2.1.4 Technical Guidelines for Green Roofs Systems in Hong Kong, Hong Kong (Hui, 2011)

É o mais recente entre os guias selecionados. O autor, engenheiro e professor universitário, deixa claro nesta publicação o uso do guia da FLL (2008) como referência e, inclusive orienta os leitores a buscar informações mais técnicas que não estão presentes no guia em questão. A estrutura segue uma abordagem diferente do guia alemão para montagem dos capítulos, pois estabelece as principais etapas a serem consideradas, divididas basicamente em: planejamento, projeto, construção, manutenção e gestão (contexto produtivo, administrativo e legislativo que dão suporte à técnica). Os componentes e requisitos estão inseridos nas etapas definidas em cada capítulo.

Contendo 107 páginas, foi o guia que apresentou maior versatilidade ao mostrar uma divisão mais clara do conteúdo para o que ele considera as etapas de implantação. É possível identificar com facilidade os conteúdos trazidos da referência alemã e as informações propostas pelo autor, que buscam adaptar as características do local, além de inserir outros temas não tratados no guia alemão, mas que o autor considera relevantes, como exemplos a identificação das principais barreiras para a implantação da cobertura verde em Hong Kong e o seu potencial para obtenção de certificação ambiental da edificação.

2.2 O rol de assuntos contemplados no guia

Da revisão dos quatro guias, foi possível identificar e elencar os assuntos encontrados. Visando facilitar a compreensão, o Tabela 2 foi elaborada buscando um panorama geral dos assuntos presentes em cada guia ou manual.

Tabela 2. Identificação dos assuntos presentes nos guias e manuais analisados.

Assuntos identificados	Alemanha	Canadá	Austrália	Hong Kong
Definição de cobertura verde				
Propósito do guia				
Benefícios dos sistemas de cobertura verde				
Tipos de cobertura verde				
Abrangência da aplicabilidade das coberturas verdes (condições de clima)				
Funções das coberturas verdes e efeitos benéficos				
Implicações de carregamento nas estruturas				
Inclinação da cobertura				
Projeto arquitetônico e executivo da cobertura e adaptações (em reformas)				
Considerações de custos				
Deteção de vazamentos				
Impermeabilização das bases para coberturas verdes				
Proteção contra penetração das raízes				
Drenagem de água do sistema (drenos e tubulações)				
Retenção de água para vegetação				
Armazenamento de água para usos diversos				
Filtragem de água (mantas geotêxteis)				
Papel e composição do substrato				
Seleção de plantas				
Ação do vento				
Ação do fogo				
Irrigação				
Fertilização				
Conservação e manutenção				
Aptidão para agricultura e produção de alimentos				
Proteção contra acidentes/mecanismos de segurança				
Proteção contra erosão				
Integração de painéis solares e outras tecnologias na cobertura verde				
Guias e normas existentes				
Barreiras/obstáculos para a implantação de coberturas verdes				
Aptidão para certificação ambiental				
Compatibilidade entre os materiais				
Comp. ambiental (lixiviação, disposição/reciclagem, poluição)				
Papel dos profissionais				
Proteção contra deslizamentos e cisalhamentos da cobertura verde				
Elementos construtivos (feitos no local ou pré-fabricados)				
Áreas transitáveis sobre a cobertura verde				
Instalação de mobiliário (pérgolas, treliças, iluminação, etc.)				
Cuidados com a instalação de prot. mecânica p/ a impermeabilização				
Gestão do projeto (contexto produtivo, administrativo e legislativo)				
Garantias				

 Mais recorrentes

 Mais pontuais

Fonte: A autora.

Todos os assuntos apontados em verde na tabela foram considerados de relevância e prioritários para a discussão no contexto brasileiro. Também foram listados os assuntos mais pontuais, presentes em um ou em parte dos documentos analisados. Todos os assuntos pontuais foram julgados relevantes, porém nem todos foram considerados prioritários. Itens relacionados à segurança e saúde dos usuários foram considerados relevantes e prioritários (destacados), como por exemplo as compatibilidades entre os materiais, que se feitos de maneira correta podem proporcionar maior durabilidade do sistema, ou senão pode gerar efeitos contrários, como as emissões de gases e poluição.

Essas peculiaridades apontaram para questões que podem ser tratadas como secundárias, mas que podem determinar o sucesso ou fracasso de uma iniciativa de grande escala. Outros conteúdos, como a instalação de mobiliários e aptidão para certificação ambiental, foram considerados relevantes, mas não prioritários para compor a estrutura inicial, pois são assuntos complementares que podem ser aprofundados numa próxima etapa.

2.3 A forma de abordar os assuntos do guia

Foi possível identificar conteúdos semelhantes e fundamentais para a composição de um guia sobre coberturas verdes, assim como identificar peculiaridades que podem ser ou não relevantes para a elaboração de um guia para o Brasil. Cada material apresentou a informação de uma forma diferente, dependendo do tipo de abordagem adotado.

O guia alemão da FLL (2008) é o mais abrangente, possuindo uma base de dados mais completa feita a partir de muitos testes ao longo dos últimos anos. Um exemplo disso são as recomendações para composição do substrato, onde são definidos valores de granulometria, densidade, porosidade, pH, sal, substâncias orgânicas e nutrientes, especificando diferentes valores para cada tipo de vegetação (extensiva ou intensiva).

O guia de Hong Kong (Hui, 2008) e do Canadá (Touderlund, 2010), por exemplo, ao descreverem sobre o substrato, mostram os componentes necessários e tipos de materiais que podem ser usados (areia, perlita, vermiculita, esterco, etc...), ao invés de determinar as características físicas e químicas adequadas para a cobertura verde.

O guia australiano (Environa Studio, 2010) cita essas características a serem consideradas em um substrato, mas recomenda consultar os valores no guia alemão,

fazendo questão apenas de fornecer valores relativos ao peso do substrato e de outros componentes como drenagem e vegetação. Aspecto importante existente nesse guia é a exploração de plantas nativas. Essa iniciativa pode ser incentivada para o guia brasileiro, o que depende de um conjunto de ações de toda a cadeia produtiva (produtores de sementes, viveiros de mudas, agrônomos e jardineiros).

A especificação de características dá mais flexibilidade do que a determinação dos materiais, mas, em contrapartida, dificulta a um leitor mais leigo o entendimento do que pode ser utilizado.

Três dos guias apresentam informações de custo generalizantes (Austrália, Canadá e Hong Kong), sendo o canadense um pouco mais detalhado, com dados de custo para projeto, construção e manutenção.

O comparativo de conteúdos fundamentais para a composição do sistema de cobertura verde é apresentado na Tabela 3, que também revela o rol de tópicos abordados dentro de cada conteúdo que cada guia propõe.

Tabela 3. Conteúdos e tópicos fundamentais de cada guia.

Conteúdo	Alemanha (FLL, 2008)	Canadá (Touderlund, 2010)	Austrália (Environa Studio, 2010)	Hong Kong (Hui, 2011)
Impermeabilização	-Função; -Tipos de materiais; -Requisitos para escolha; -Execução.	-Função; -Tipos de materiais; -Recomendações p/ inspeções.	-Função; -Tipos de membranas existentes; -Tipos usados em coberturas verdes; -Requisitos para escolha.	-Função; -Tipos de materiais; -Requisitos para escolha.
Drenagem	-Função; -Grupos e tipos de materiais; -Requisitos para escolha (características físicas e químicas); -Execução.	-Função; -Tipos de materiais; -Recomendações p/ inspeções.	-Função; -Formas de instalação; -Tipos de materiais; -Tamanho e pesos de materiais.	-Função; -Tipos de materiais. -Requisitos para escolha; -Cuidados com a instalação.
Filtragem	-Função; -Grupos e tipos de materiais; -Requisitos para escolha (características físicas e químicas); -Execução.	-Função; -Tipos de materiais.	-Função; -Grupos e tipos de materiais. -Requisitos para escolha.	-Função; -Requisitos para escolha.
Substrato	-Função; -Grupos e tipos de materiais; -Requisitos para escolha; -Execução.	-Função; -Tipos de materiais; -Requisitos para escolha;	-Função; -Grupos e tipos de materiais; -Requisitos para escolha; -Pesos de materiais utilizados.	-Função; -Grupos e tipos de materiais; -Requisitos para escolha; -Pesos de materiais utilizados.
Vegetação	-Critérios de seleção; -Grupos de plantas para os tipos de vegetação; -Formas de plantio; -Execução.	-Critérios de seleção; -Cuidados necessários.	-Critérios de seleção; -Grupos de plantas para os tipos de vegetação; -Exemplos de plantas nativas.	-Critérios de seleção; -Grupos de plantas para os tipos de vegetação; -Formas de plantio.

Fonte: da autora

Quanto ao conteúdo, ficou evidente que o grau de abrangência tem relação direta com quantidade e diversidade de profissionais envolvidos na elaboração. Agrônomos e botânicos agregaram contribuições relevantes na elaboração de conteúdos mais detalhados, o que refletiu no produto final dos guias analisados. O guia canadense (Touderlund, 2010), mais sucinto, foi desenvolvido por uma arquiteta, onde foi constatada a maior preocupação com as fases de planejamento e projeto. No guia australiano (Environa Studio, 2010), destaca-se a divisão entre projeto de paisagismo e de arquitetura, característica não identificada nos outros guias, tendo como consultores principais um arquiteto e um arquiteto paisagista.

Quanto ao guia de Hong Kong (Hui, 2008), mesmo sendo identificada a grande influência do guia alemão, buscou à sua maneira construir uma estrutura sólida e adaptada para as condições locais, sem ser muito sucinto ou muito detalhado, técnico. Para suprir esta necessidade, o guia acaba optando por orientar a consulta de informações mais detalhadas no guia alemão.

O guia alemão (FLL, 2008) faz uma apresentação de dados mais complexa, ressaltando o fato dos componentes do sistema poderem sofrer interferências em diferentes fases da implantação. Já o guia de Hong Kong (Hui, 2008) foi o que apresentou uma divisão dos assuntos mais bem definida, mas também mais estanque, o que pode não colaborar para esclarecer os riscos de danos que uma ação pode ter sobre outra, durante a execução.

2.4 Peculiaridades da legislação a agregar no guia

Segundo Raposo (2013), à medida que se percebe e quantifica a relação custo/benefício das soluções de coberturas verdes e a sua importância no desenvolvimento de cidades mais sustentáveis, as autoridades locais de diversos países (como a Alemanha, a Suíça, o Reino Unido, os EUA e o Japão) começaram a adotar estratégias e políticas de incentivo à implementação de coberturas verdes com a finalidade de promover a rápida expansão deste mercado.

Essas estratégias são colocadas em prática com incentivos financeiros diretos, redução de impostos sobre a gestão de águas pluviais, estratégias que visem a proteção do meio ambiente e medidas reguladoras de planejamento urbano e de construção de edifícios (Raposo, 2013). Em Toronto no Canadá, o código municipal exige coberturas verdes para edifícios comerciais, institucionais e residenciais acima de 2.000m² de área construída.

No Brasil, recentemente foram propostos vários projetos de lei para incentivar a implantação de cobertura verde. Em Campo Grande, a Lei 5.591, de 28/07/2015, prevê a implantação de cobertura verde nos prédios da administração pública direta e indireta. A lei ainda não regulamentada, passará por detalhamento técnico, através das secretarias competentes. Comparada a leis estrangeiras, está superficial e evidencia a falta de conhecimento, por exemplo ao recomendar usar pouca água para irrigar a vegetação para não servir de habitat para o mosquito *Aedes Aegypti*, transmissor da dengue. A quantidade de água fornecida vai depender das condições locais e tipos de vegetação utilizados e se construída de forma correta, com um sistema de drenagem eficiente, a cobertura verde não irá contribuir para a formação e permanência de poças de água.

Diante destas lacunas, iniciativas de outros países podem ser seguidas, a fim de aprimorar as leis brasileiras, pois desta forma, o sistema de cobertura verde poderá ganhar mais confiança de usuários, empreendedores, projetistas e demais interessados.

2.5 Elaboração da estrutura e conteúdo do guia

A junção de todos os tópicos identificados, que em princípio parecia a ação mais natural e evidente para a obtenção de uma estrutura mais completa para a elaboração do guia brasileiro, não foi a adotada, pois mesmo guias mais enxutos, como o canadense, se apresentaram objetivos e suficientes para suprir a execução de uma cobertura verde.

Tendo como referência principal de estrutura, o guia para Hong Kong (Hui, 2011), a proposta foi dividida em partes. O esquema a seguir mostra os conteúdos propostos para as orientações sobre coberturas verdes, dividido em três partes a fim de proporcionar uma sistemática para melhor entendimento:

- Parte 1:
 - Propósito
 - Coberturas verdes e suas características
 - Campo Grande e suas características (clima, solo e vegetação)
- Parte 2:
 - Planejamento e execução
 - Gestão e manutenção
- Parte 3:
 - Considerações finais
 - Referências

○ Apêndices e/ou anexos

Nas Tabelas 4 e 5, junto às etapas descritas, foi feito um esboço de informações a serem preenchidas e com indagações que podem ser respondidas futuramente. O conteúdo que corresponde à parte 1 é composto por introdução, comum a todos os materiais analisados, contendo definições, os tipos de cobertura verde, seus benefícios, onde se caracteriza todo o sistema. Foi introduzido também o local de estudo, explicando os motivos da escolha e os aspectos físicos, baseado nas considerações de Raposo (2013).

Tabela 4. Parte 1 do guia.

Parte 1 (aspectos gerais)	Contém
Propósito	Objetivo do guia
Cobertura verde e suas características	---
Definição	Definição de autores.
Tipos	Descrição da vegetação extensiva, semi-intensiva e intensiva.
Camadas funcionais	Esquema da estrutura da cobertura verde, função, compatibilidade entre os materiais.
Benefícios e barreiras	Os principais encontrados na literatura.
Guias e manuais existentes	Exemplos internacionais.
Estratégias e políticas de incentivo	Exemplos internacionais
Campo Grande e suas características	Caracterização de Campo Grande. (Planurb, Inpe, Inmet...)
Regime de chuva	Dados (Planurb, Inpe, Inmet...)
Temperatura	Dados (Planurb, Inpe, Inmet...)
Ventos	Dados (Planurb, Inpe, Inmet...)
Vegetação	Caracterização do Cerrado.

Fonte: A autora (2016).

A parte 2 é composta pelos fatores mais relevantes a serem considerados para implementação da cobertura verde, com conteúdo comum à maioria dos materiais analisados. São as etapas para a implementação, seguindo uma sequência constituída por temas (segurança, estanqueidade, gestão de águas pluviais etc). Além dos itens similares, foram somadas algumas das informações consideradas pontuais, mas relevantes e prioritárias, devido a importância do envolvimento de profissionais capacitados, conclusão obtida a partir de Hui (2011).

Tabela 5. Parte 2 do guia.

Parte 2 (processo de implementação)	Contém
Planejamento, viabilidade e execução	---
Definição dos objetivos	Qual a finalidade da cobertura verde?
Papel dos profissionais	Quais são os profissionais envolvidos?
- Análise e escolha do local	---
Implicações de carregamento nas estruturas	Cuidados com a carga exercida sobre a estrutura nova ou existente.
Inclinação da cobertura	Quais são as medidas necessárias para evitar deslizamentos e cisalhamentos?
Ação do vento	Quais são as medidas necessárias para proteção?
- Segurança	---
Proteção contra quedas	Proteção para quem vai executar e usar.
Cuidados com incêndio	Medidas que ajudam a prevenir ou controlar.
- Estanqueidade	---
Impermeabilização	Tipos existentes e os ideais para cobertura verde.
Barreira antirriz	Tipos existentes e os ideais para cobertura verde.
Cuidados com a proteção mecânica	Função, tipos de materiais e formas de instalação.
- Gestão das águas pluviais	---
Drenagem de água do sistema (drenos e tubulações)	Função, tipos de materiais e formas de instalação.
Retenção de água para vegetação	Função, tipos de materiais.
Armazenamento de água para usos diversos	Que forma pode ser feito e para que uso?
Filtragem de água (mantas geotêxteis)	Função, tipos de materiais e formas de instalação.
- Desempenho da vegetação	---
Papel e composição do substrato	Função, tipos, requisitos de escolha.
Seleção de plantas	Tipos (herbáceas, gramíneas, arbustos e arbóreas), critérios de escolha.
Recomendações de plantas para cobertura verde em Campo Grande	Consultas locais.
Irrigação	Função, tipos de materiais e formas de instalação.
Fertilização	Como usar, com que periodicidade?
Gestão e manutenção	---
Garantias	Ver garantias de empresas especializadas.
Plano de manutenção	Quais são as fases de manutenção?
Atividades de manutenção	O que deve ser feito para uma boa manutenção?
Prevenção de danos e anomalias	Quais são as causas mais comuns de danos?

Fonte: A autora (2016).

Esta estrutura proposta não tem a intenção de solucionar todos os obstáculos e barreiras encontradas para a implantação da cobertura verde em cidades brasileiras. Tomou-se o cuidado de introduzir conteúdos práticos tanto para projetistas, fabricantes e usuários, orientando-os e informando-os sobre alguns requisitos necessários para sua concepção e construção.

2.6 A evolução da indicação de espécies vegetais a utilizar

A Tabela 6 apresenta as primeiras recomendações de espécies nativas (nomes populares) que poderiam ser exploradas para uso em coberturas verdes, sugeridas pela bióloga com experiência na área de botânica Tamires Soares Yule.

Tabela 6. Recomendações de espécies nativas (nomes populares) potenciais para coberturas verdes.

Espécies nativas

Subarbustivas e herbáceas	Arbustivas	Arbóreas
Alstreméria	Cajuzinho-do-cerrado	Pindaíba, pimenta-de-macaco
Grama amendoim	Grão de galo	Mangaba
Lírio, beladona	Calção-de-velho	Mandacaru
Velame-do-campo	Algodãozinho-do-cerrado	Jabuticaba
Caraguatá	Maria-preta	Pitanga
Canela-de-ema	Canjiqueira	
Pacova, cana-de-macaco	Algodão	
Onze horas	Tucum	
Lantana	Marmelada	
	Rosca	
	Araçá	

Fonte: Yule, 2016.

Com exceção das espécies frutíferas, nenhuma delas é explorada comercialmente, havendo para isso, a necessidade de aclimação e produção de sementes. Diante deste cenário, buscou-se trabalhar com uma variedade maior de espécies, no caso com as exóticas. Na Tabela 7 são listadas tanto nativas quanto exóticas, indicadas por empresas de Campo Grande, que comercializam grande variedade de espécies (nomes populares).

Tabela 7. Recomendações de empresas que comercializam espécies (nomes populares) vegetais em Campo Grande.

Califórnia Mudas	Pantanal Garden	Vitrine Verde	
Grama esmeralda	Grama amendoim	Grama amendoim	Azaléia
Grama amendoim	Aspargo	Grama batatais	Dasilirium
Hera folha de batata	Clusia	Grama esmeralda	Íris da praia
Lambari roxo	Moréia	Clusia	Capim do Texas
Falsa vinha	Nandina	Gardênia	Capim Colchão
	Érica	Nandina	Capim dos Pampas
	Clorofito	Clorofito	
	Lança de São Jorge	Érica	
	Espada de São Jorge	Strelitzia	
	Capim do Texas	Fórmio	
	Lambari roxo	Dionela	
	Dionela	Ciclanto	

Fonte: Califórnia Mudas (2018), Pantanal Garden (2018) e Vitrine Verde (2018).

Para adquirir estas informações, foram repassadas aos comerciantes características das plantas ideais para seu desenvolvimento na cobertura verde como por exemplo não ter raízes agressivas, já que poderiam prejudicar a estrutura e também ser resistentes à falta de nutrientes e também à seca. A lista da Califórnia Mudas foi feita pela equipe de projeto e paisagismo; na Pantanal Garden foi obtida com vendedores experientes e na Vitrine Verde por um arquiteto, também técnico agrícola.

Para obter um parâmetro geral também foram listadas neste estudo (Tabela 8) as espécies sugeridas por empresas especializadas, sem contudo, especificar a adequação ao clima.

Tabela 8. Recomendações de espécies (nomes populares) de empresas especializadas em sistemas de cobertura verde no Brasil.

Skygarden (SP)	Ecotelhado (RS)
Grama esmeralda	Grama esmeralda
Grama São Carlos	Grama São Carlos
Dinheiro em penca	Dinheiro em penca
Lantana	Lantana
Clusia	Clusia
Podocarpus	Vedélia
Pitangueira	Lambari
	Lambari roxo
	Bulbine
	Boldinho
	Capuchinha
	Verbena

Fonte: skygarden.com.br (2018) e ecotelhado.com(2018).

Um trabalho de observação direta também foi iniciado, para se determinar que espécies são mais cultivadas pela cidade, se elas se encaixam nas listas fornecidas, pois pode significar que o custo benefício delas é maior (preço, manutenção...) e poderiam estar integrando a lista inicial do guia proposto.

A Tabela 9 lista algumas das plantas de pequeno e médio porte mais presentes e visíveis no meio urbano de Campo Grande. Exemplos como grama esmeralda, moréias, clorofitos, clúsias e lambaris são comuns, com preços acessíveis e estão entre as mais citadas nas pesquisas como opções para compor coberturas verdes.

Tabela 9. Espécies observadas (nomes populares).

Grama Amendoim	Pingo de ouro
Grama Esmeralda	Buxinho
Lambari	Clorofito
Lambari-roxo	Dionela
Ixora	Strelitza
Moréia	Cyca revoluta
Podocarpus	Fórmio
Espada de São Jorge	Gengibre-Vermelho
Lança de São Jorge	Agaves
Clusia	

Fonte: da autora (2018).

Figura 6. Exemplos em residências.



Fonte: da autora.

Figura 7. Exemplos em condomínios.



Fonte: da autora.

Figura 8. Exemplos em comércios.



Fonte: da autora.

Figura 9. Exemplos em órgãos públicos.



Fonte: da autora.

Figura 10. Exemplos em clínicas



Fonte: da autora.

3 O GUIA DE COBERTURAS VERDES PARA CAMPO GRANDE - MS

A proposta para o guia de Campo Grande é apresentada no Anexo deste trabalho, contendo 43 páginas, em formato A4, ilustrado.

Trata-se de uma versão preliminar, com lacunas a serem preenchidas por futuras pesquisas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização desta pesquisa, observamos primeiramente, que o objetivo geral foi alcançado, tendo sido apresentado um guia de projeto, execução e manutenção de coberturas verdes contextualizado para Campo Grande e região, com clara orientação de sua estrutura para esse fim. Metodologicamente, buscou-se dar embasamento para a definição de forma e conteúdo, a partir dos referenciais adotados. Diante desta formação, foi possível definir quais conteúdos seriam mais importantes destacar à princípio.

Percebemos que mesmo possuindo conteúdos semelhantes, os guias e manuais podem ser apresentados de formas distintas, não quanto à concordância das informações, mas sim quanto à quantidade e profundidade, podendo ser caracterizados como técnicos (mais complexos) e também os mais sucintos (menos informação técnica, mas que não deixam de passar orientações relevantes). Isso suscita a possibilidade de elaborar guias específicos para cada público usuário, a partir da produção de alguns materiais básicos para o Brasil.

É importante e necessário o envolvimento de profissionais de diferentes especialidades em um projeto de cobertura verde, devido à variedade de fatores que interferem no sistema. Os próprios guias e manuais retratam isso quando notamos alguns materiais escritos por arquitetos, arquitetos paisagistas, engenheiros ou por vários consultores, o que influencia consideravelmente no resultado final.

A abordagem do guia de Hong Kong nos chamou a atenção para a necessidade de fornecer treinamento e educação para melhorar a compreensão e habilidade no desenvolvimento do projeto e no seu gerenciamento. Isso denota a importância de ações paralelas à criação do guia, para abarcar diferentes vertentes do processo de difusão.

Cabe frisar a diferença no avanço da tecnologia do sistema de cobertura verde entre os países analisados e o Brasil. As poucas empresas que atuam aqui, contam com poucas soluções e alternativas e mesmo sendo especializadas não oferecem sistemas completos como em outros países, com garantia por tempo relativamente menor.

A elaboração do trabalho explicitou a relevância de se avançar o estudo sobre a classificação por clima, que influencia substancialmente a escolha da vegetação. Outras questões que também demandam mais estudos são o aumento do rol de espécies vegetais e a composição do substrato.

Para o presente momento foi cumprido o objetivo de iniciar um guia, mas há perspectivas futuras para continuação do estudo e um dos próximos passos será averiguar a aplicabilidade do guia, principalmente no que tange a fase projetual inicialmente, possibilitando verificar tanto os pontos essenciais quanto as lacunas no material. Espera-se que de alguma forma ele prospere na medida que as coberturas verdes também evoluam no Brasil.

REFERÊNCIAS

- AZIZ H. and ISMAIL Z. **Design Guideline For Sustainable Green Roof System.** IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications (ISBEIA), Langkawi, Malaysia Legal Aspects in Built Environment Initiative Group. 2011.
- BERARDI U., GHAFARIANHOSEINI A., GHAFARIANHOSEINI A. **State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs.** Applied Energy 115 (2014) 411–428
- BIANCHINI F., HEWAGE K. **How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials.** Building and Environment. 48 (2012) 57e65.
- Câmara Municipal de Campo Grande. **Lei Municipal nº 5591/2015.** Disponível em: < www.camara.ms.gov.br/?secao=noticia&id=176162>. Acesso em julho de 2015.
- Câmara Municipal do Recife. **Projeto de lei do executivo 67/2013.** Disponível em: <http://sapl.recife.pe.leg.br/consultas/materia/materia_mostrar_proc?cod_materia=39427>. Acesso em junho de 2015.
- CARNEIRO, J.R., ALMEIDA P.J., and LOPES M.L. **"Some synergisms in the laboratory degradation of a polypropylene geotextile."** Construction and Building Materials 30 Dec. 2014: 586+. Academic OneFile. Web. 21 June 2015.
- CARTER T., KEELER A. **Life-cycle cost–benefit analysis of extensive vegetated roof systems.** Journal of Environmental Management 87 (2008) 350–363
- CECRESB. Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito. Disponível em: www.cresesb.cepel.br/. Acesso em novembro de 2017.
- CHENANI S., LEHVAVIRTA S., HÄKKINEN T. **Life cycle assessment of layers of green roofs.** Journal of Cleaner Production 90 (2015) 153e162
- DVORAK, B. **Comparative analysis of green roof guidelines and standards in Europe and North America.** Journal of Green Building, 6 (2): 170-191. 2011.
- ECOTELHADO®. **Soluções em telhados verdes.** Disponível em <https://ecotelhado.com/>. Acesso em 30 de agosto de 2015.
- EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em julho de 2018.
- EMILSSON, T. **Vegetation development on extensive vegetated green roofs: influence of substrate composition, establishment method and species mix.** Ecological Engineering, volume 33. Elsevier, 2008. pp. 265–277.
- ENVIRONA STUDIO. **Green Roof Resource Manual, Sydney.** 2010. Disponível em: www.cityofsydney.nsw.gov.au/. Acesso novembro de 2015.

FIORETTI, R.; PALLA, A.; LANZA, L.; Principi, P. **Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate**. Building and Environment, volume 45. Elsevier, 2010. pp. 1890–1904.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL). **Guia para planejamento, execução e manutenção de telhados verdes**. 2008. Disponível em: <http://www.fll.de/verbandsstruktur.html>. Acesso em 05 de junho de 2015.

GETTER, K. L.; ROWE, D. B.; CREGG, B. M. **Solar radiation intensity influences extensive green roof plant communities**. Urban Forestry & Urban Greening, 2009, 8(4): 269–281.

GREEN ROOFS FOR HEALTHY CITIES. Organization. Disponível em: greenroofs.org. Acesso em julho de 2015.

GRO – Green Roof Organisation. **The GRO Green Roof Code: Green roof code of Best Practice for the UK**. Groundwork Sheffield. Sheffield, UK. 2014. Disponível em: www.greenroofcode.co.uk. Acesso em 4 de novembro de 2015.

GROEN-ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA-Consultoria em meio ambiente. **Relatório de Avaliação Ambiental. Programa de Desenvolvimento Integrado do Município de Campo Grande/MS**. Versão preliminar. 2015. Disponível em: www.pmcg.ms.gov.br/SEGOV. Acesso em 16 de maio de 2016.

GROWING GREEN GUIDE. **A guide to green roofs, walls and facades**. In Melbourne and Victoria, Australia. 2014. Disponível em: www.growinggreenguide.org

HUI, S. **Development of technical guidelines for green roof systems in Hong Kong**. Proceedings of Joint Symposium 2010 on Low Carbon High Performance Buildings; Hong Kong: 2010.

HUI, S. **Technical guidelines for green roofs systems in Hong Kong**. 2011. Disponível em: www.mech.hku.hk/bse/greenroof. Acesso em maio de 2015.

IGRA – **International Green Roof Association**. Disponível em: www.igra-world.com. Acesso em julho de 2016.

KOSAREO, L.; RIES, R.. Comparative environmental life cycle assessment of green roofs. **Building and Environment**. July 2007, 42(7): 2606–2613.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em novembro de 2017.

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO – PLANURB. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande/Instituto Municipal de Planejamento Urbano - PLANURB**. 22ª ed. rev. Campo Grande, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. (25 de Fevereiro de 2015). **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas. Acesso em maio de 2016.

MAGILL J. D., MIDDEN K., GRONINGER J., THERRELL M. **A history and definition of green roof technology with recommendations for future research**. *Research papers*. Paper 91. 2011.

MARTENS, R.; BASS, B.; ALCAZAR, S.S.. **Roof-envelope ratio impact on green roof energy performance**. *Urban Ecosystems*. December 2008, 11(4): 399–408.

NYUK H. W.; YU C.; PUAY Y., Tan. **Study of thermal performance of extensive rooftop greenery systems in the tropical climate**. *Building and Environment*. January 2007, 42(1): 25-54.

OPTIGREEN®. **Green Roofs – Technical brochure**. 2013. Disponível em <http://www.optigreen.com/downloads/brochures/>. Acesso em julho de 2016.

OULDBOUKHITINE S., BELARBI R., JAFFAL I., TRABELSI A. **Assessment of green roof thermal behavior: A coupled heat and mass transfer model Building and Environment**. 46 (2011) 2624e2631

PECK, S.; KUHN, M. **Design Guidelines for Green Roofs**. Environment Canada. Toronto, Canada. 2000.

PHILIPPI, Peter M. **Introduction to the german FLL-guideline for the planning, execution na upkeep of green-roof sites**. Disponível em: <http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/IntroductiontotheGermanFLL2.pdf>. Acesso em junho de 2015.

RAPOSO, F. **Manual de boas práticas de coberturas verdes**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa. 2013. Dissertação de mestrado.

SKYGARDEN®. **Soluções em telhados verdes**. Disponível em <http://www.skygarden.com.br/br/>. Acesso em agosto de 2015.

SolarPACES. **Solar Power and Chemical Energy Systems**. Disponível em: www.solarpaces.org. Acesso em novembro de 2017.

SPALA, A.; BAGIORGAS, H. S.; ASSIMAKOPOULOS, M. N.; KALAVROUZOTIS, J.; MATTHOPOULOS, D.; MIHALAKAKOU, G. **On the green roof system. Selection, state of the art and energy potential investigation of a system installed in an office building in Athens, Greece**. *Renewable Energy*, January 2008, 33(1): 173–177.

TOLDERLUND L. **Design Guidelines and Maintenance Manual for Green Roofs in the Semi-Arid and Arid West**. 2010. Disponível em: <http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/GreenRoofsSemiAridAridWest.pdf>. Acesso em novembro de 2015.

VELAZQUEZ, L. Organic greenroof architecture: **Design considerations and system components**. Environmental quality management. 2005, 15(1): 61-71.

VIJAYARAGHAVAN K., JOSHI U., BALASUBRAMANIAN R. **A field study to evaluate runoff quality from green roofs**. Water Research 46 (2012) 1337 e 1345.

WONG, N.; TAY, S.; WONG, R.; ONG, C.; SIA, A. **Life cycle cost analysis of rooftop gardens in Singapore**. Building and Environment, volume 38 (1). Elsevier, 2003a. pp. 499–509.

WONG, N.; CHEN, Yu; ONG C.L.; SIA A. **Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment**. Building and Environment, volume 38 (2). Elsevier, 2003b. pp. 261-270.

YANG, J.; YU, Q.; GONG, P. **Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago**. Atmospheric Environment, volume 42. Elsevier, 2008. pp. 7266–7273.

YULE, T.S. Consulta. **Sugestões de espécies nativas para coberturas verdes**. 2016.

ZHANG X., SHENA L., TAMB V., LEE W. **Barriers to implement extensive green roof systems: A Hong Kong study Renewable and Sustainable**. Energy Reviews 16 (2012) 314– 319

ZINCO®. **Sistemas para coberturas ecológicas.- Guia de planificação**. Disponível em: http://www.zinco-greenroof.com.br/downloads/Guia_de_Planificacao_ZinCo.pdf. Acesso em julho de 2016.

ZINCO®. **System Solutions for Extensive Green Roofs**. Disponível em: http://www.zinco-greenroof.com.br/downloads/ZinCo_Extensive_Green_Roofs.pdf. Acesso em julho de 2016.

ANEXO
(CONTEÚDO NÃO AUTORIZADO)