

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Rubens Sallaberry Kist**

**COBERTURAS VERDES SOBRE EDIFICAÇÕES:  
AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DE MORADORES DE UM  
CONDOMÍNIO HORIZONTAL NA CIDADE DE  
PORTO ALEGRE**

Porto Alegre  
Dezembro 2011

**RUBENS SALLABERRY KIST**

**COBERTURAS VERDES SOBRE EDIFICAÇÕES:  
AVALIAÇÃO DE SATISFAÇÃO DE MORADORES DE UM  
CONDOMÍNIO HORIZONTAL NA CIDADE DE  
PORTO ALEGRE**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientador: Miguel Aloysio Sattler**

Porto Alegre  
Dezembro 2011

**RUBENS SALLABERRY KIST**

**COBERTURAS VERDES SOBRE EDIFICAÇÕES:  
AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DE MORADORES DE UM  
CONDOMÍNIO HORIZONTAL NA CIDADE DE  
PORTO ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2011

Prof. Miguel Aloysio Sattler  
PhD. pela University of Sheffield, Inglaterra  
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Miguel Aloysio Sattler (UFRGS)**  
PhD. pela University of Sheffield

**Profa. Lisandra Fachinello Krebs (UNIVATES)**  
Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Profa. Eugenia Aumond Kuhn (UNIRITTER)**  
Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Profa. Caroline Kehl (FEEVALE)**  
Mestre em Engenharia Civil pela universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedicado àqueles que um dia chamarei de filhos

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Prof. Sattler, orientador deste trabalho, pela imensa serenidade e pelo vasto conhecimento com os quais me orientou.

À Profa. Carin, por sua exigência e extrema competência, o que nos faz reconhecer a importância deste trabalho e nos ensina muito sobre o futuro exercício desta profissão.

Aos bibliotecários do Instituto Goethe e da Aliança Francesa, pelo encontro de obras pertinentes à pesquisa.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelo apoio e pela compreensão da minha ausência.

Aos diversos profissionais da área da saúde que me assistiram em todo o percurso da realização deste trabalho, por suas boas intenções apresentadas ao longo deste caminho.

A todos que contribuíram para este trabalho, que ajudam ao menos em idéias, para que vivamos em um lugar melhor.

A todos os moradores do condomínio Ecoovila, pela hospitalidade com a qual me receberam em suas edificações e pela sinceridade com que responderam às minhas perguntas.

Um agradecimento especial à Rosa, por sua gentileza com a qual me acompanhou na realização deste trabalho.

Sonho que se sonha só, é só um sonho, mas sonho que se  
sonha junto é realidade.

*Raul Seixas*

## RESUMO

O aumento da área urbana construída ocasiona remoção vegetal e impermeabilização do solo, o que, por sua vez, causa desconforto térmico e dificuldades de drenagem pluvial. A utilização de coberturas verdes sobre edificações comprovadamente se mostra eficiente para minimizar variações de temperatura no seu interior e no seu entorno, para isolamento acústico, para retenção de partículas do ar e para retardo no escoamento de águas da chuva. O uso da arborização em ruas e parques é uma solução urbanística consagrada para amenizar desconforto ambiental, porém fazer uso da vegetação como elemento componente da edificação se mostra duvidoso para a população em geral, seja quanto ao potencial surgimento de manifestações patológicas, à atratividade de animais indesejados ou aos custos envolvidos. Com base nessas incertezas, o objetivo deste trabalho é a avaliação sobre a satisfação de moradores, realizada em onze edificações unifamiliares contendo coberturas verdes situadas em um condomínio horizontal na cidade de Porto Alegre. Os casos apresentados foram escolhidos por intermédio de orientação, através do contato de profissionais executores dessa técnica e por consulta à bibliografia. Como método para análise das edificações se efetuou a aplicação de um questionário contendo vinte e nove perguntas, sendo realizada em três consultas aos moradores. Os resultados da pesquisa demonstraram que a maioria das edificações estudadas precisou de reformas no seu sistema de impermeabilização ou substituiu a vegetação inicial. O estudo se mostrou pouco conclusivo sobre a atratividade de animais devido à presença de vegetação no entorno das edificações que já promovia esta aproximação. Apesar da necessidade de reparos em algumas das coberturas, os moradores em média têm um bom nível de satisfação quanto ao uso da cobertura verde em suas edificações: a maioria recomendaria para outras pessoas e aplicaria outra vez em sua edificação se as concebessem novamente.

Palavras-chave: Coberturas Verdes. Coberturas Vivas. Satisfação de Moradores.

## **ABSTRACT**

The increase of built urban areas causes vegetation removal and soil impermeabilization, which, in turn, cause thermal discomfort and difficulties in storm water drainage. The installation of green roofs on top of buildings has been proven to minimize temperature variations within the building and in the surrounding area, as well as to provide acoustic insulation, airborne particles retention, and to delay rainwater runoff. The use of vegetation in streets and parks is a widely accepted solution to mitigate environmental discomfort in cities. However, using vegetation as an element of construction is questionable by the population, in general, due to the potential emergence of building pathologies, the attraction of unwanted animals, and the costs involved. Based on these uncertainties, the objective of this work is an assessment of satisfaction levels of residents, carried out with eleven single-family green-roofed buildings, in a gated community in the city of Porto Alegre. The cases were chosen through consultation with the work supervisor, with the contractor who installed these roofs, and with the aid of published works. A 29-question survey of residents was used in the analysis performed. The results showed that the majority of the buildings studied needed maintenance in their waterproofing system or vegetation replacement. The study was inconclusive regarding the attraction of animals by the green roofs, because of the already existing vegetation surrounding the buildings. Despite the need of repairs on the roofs, residents, on average, have a good level of satisfaction regarding the green roofs in their buildings: the majority would recommend them to others and would opt for green roofs if they were to build their homes again.

Key words: Green Roofs. Live Roofs. Residents` Satisfaction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da pesquisa .....	15
Figura 2 – Exemplo de uma edificação com cobertura verde extensiva na cidade de Porto Alegre .....	18
Figura 3 – Edificação do MEC com cobertura verde intensiva na cidade do Rio de Janeiro .....	18
Figura 4 – Camadas que compõem uma cobertura viva extensiva genérica .....	18
Figura 5 – Cobertura verde com diferentes tipos de espécies vegetais .....	20
Figura 6 – Valores máximos e mínimos de temperatura do ar interior, em ambas as coberturas, nos períodos de verão e inverno .....	23
Figura 7 – Gráfico Comparativo das temperaturas do ar externo e interno das duas coberturas nos períodos de verão e inverno .....	23
Figura 8 – Evolução das temperaturas externas e internas das caixas .....	24
Figura 9 – Mecanismos de segurança contra o deslizamento do substrato .....	25
Figura 10 – Aspecto de uma edificação com cobertura verde, bem inserida no contexto natural .....	28
Figura 11 – Edificação utilizada para teste piloto do questionário .....	38
Figura 12 – Edificação do condomínio, com cobertura verde .....	38
Figura 13 – Edificação com cobertura verde substituída por telhas cerâmicas .....	37
Figura 14 – Maquete de parte da Ecoovila .....	39
Figura 15 – Chapas de OSB sobre caibros da estrutura do telhado .....	42
Figura 16 – Telhado coberto pronto para a colação das mantas de PEAD .....	42
Figura 17 – Geomembrana e canalização de PVC .....	43
Figura 18 – Edificação 1 .....	45
Figura 19 – Vista da cobertura verde da edificação 1 .....	45
Figura 20 – Módulo fabricado de cobertura verde .....	45
Figura 21 – Edificação 2 .....	46
Figura 22 – Edificação 3.....	46
Figura 23 – Vista norte da cobertura da edificação 3 .....	48
Figura 24 – Vista sul da cobertura da edificação 3 .....	48
Figura 25 – Edificação 4 .....	48
Figura 26 – Vista da cobertura da edificação 4 .....	48
Figura 27 – Edificação 5 .....	48
Figura 28 – Vista da cobertura da edificação 5 .....	49
Figura 29 – Edificação 6 .....	49

Figura 30 – Vista da cobertura da edificação 6 .....	50
Figura 31 – Edificação 7 .....	50
Figura 32 – Edificação 8 .....	51
Figura 33 – Edificação 9 .....	51
Figura 34 – Edificação 10 .....	52
Figura 35 – Edificação 11 .....	52
Figura 36 – Receio quanto à presença de umidade, antes da concepção da edificação ...	55
Figura 37 – Receio quanto à atratividade de insetos, antes da concepção da edificação .	55
Figura 38 – Origem da principal motivação para uso da cobertura verde .....	57
Figura 39 – Avaliação da aparência estética da edificação .....	58
Figura 40 – Como acredita ser a opinião de outros moradores sobre a aparência estética da edificação .....	58
Figura 41 – Frequência de uso do forno/lareira .....	58
Figura 42 – Avaliação do isolamento térmico da edificação no inverno .....	58
Figura 43 – Tipos de manutenção dados às coberturas verdes .....	60
Figura 44 – Nível de satisfação quanto ao uso da cobertura verde .....	60

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais vantagens com o uso de coberturas vivas, descritas pelos entrevistados .....	28
Quadro 2 – Animais efetivamente visualizados junto à pele-verde .....	31
Quadro 3 – Estimativa de custos de materiais de uma cobertura convencional, com telhas cerâmicas francesas e estrutura de madeira, por metro quadrado .....	34
Quadro 4 – Estimativa de custos de materiais de uma cobertura viva, com estrutura de madeira, por metro quadrado .....	34
Quadro 5 – Resumo dos dados do condomínio Ecoovila .....	45
Quadro 6 – Animais indesejados .....	56
Quadro 7 – Animais observados .....	56

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA</b> .....	13
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA .....	13
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	13
<b>2.2.1 Objetivo Principal</b> .....	13
<b>2.2.2 Objetivos Secundários</b> .....	13
2.3 HIPÓTESE .....	13
2.4 PREMISSA .....	14
2.5 DELIMITAÇÕES .....	14
2.6 LIMITAÇÕES .....	14
2.7 DELINEAMENTO .....	14
<b>3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS COBERTURAS VERDES</b> .....	17
3.1 TIPOS DE COBERTURAS VERDES .....	17
<b>3.1.1 Coberturas Verdes Extensivas</b> .....	17
<b>3.1.2 Coberturas Verde Intensivas</b> .....	18
3.2 PROTEÇÃO AO MEIO EXTERNO .....	19
<b>3.2.1 Vegetação</b> .....	21
<b>3.2.2 Substrato</b> .....	21
<b>3.2.3 Camada drenante</b> .....	21
<b>3.2.4 Camada resistente às raízes</b> .....	20
<b>3.2.5 Impermeabilização</b> .....	22
3.3 ISOLAMENTO TÉRMICO .....	22
3.4 ESTABILIDADE ESTRUTURAL .....	24
<b>3.4.1 Estabilidade ao Deslizamento</b> .....	25
<b>3.4.2 Estabilidade ao Carregamento</b> .....	25
3.5 RETARDO DE ESCOAMENTO .....	26
3.6 ATENUAÇÃO DA FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR .....	26
3.7 COBERTURAS VERDES PRÉ-FABRICADAS .....	26
<b>4 CONTRIBUIÇÕES PSICOLÓGICAS DAS COBERTURAS VERDES</b> .....	28
4.1 EFEITOS ESTÉTICOS .....	28
4.2 BEM-ESTAR AMBIENTAL .....	30
4.3 RECEIO DE UTILIZAÇÃO .....	30
<b>5 CUSTOS DAS COBERTURAS VERDES</b> .....	32

5.1 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO .....	32
<b>5.1.1 Custos das Espécies Vegetais .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1.2 Custos com Mão de Obra .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1.3 Custos com Materiais .....</b>	<b>33</b>
5.2 CUSTOS DE MANUTENÇÃO .....	35
5.3 ECONOMIA ENERGÉTICA.....	35
<b>6 QUESTIONÁRIO PARA A PESQUISA .....</b>	<b>36</b>
6.1 FORMULAÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....	36
6.2 TESTE PILOTO DO QUESTIONÁRIO .....	37
6.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....	38
<b>7 EDIFICAÇÕES ESTUDADAS .....</b>	<b>41</b>
7.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CONDOMÍNIO .....	41
7.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS COBERTURAS .....	42
7.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS EDIFICAÇÕES ESTUDADAS .....	45
<b>8 RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
8.1 RESPOSTAS REFERENTES À LOCALIZAÇÃO .....	54
8.2 RESPOSTAS REFERENTES À CONCEPÇÃO .....	54
8.3 RESPOSTAS REFERENTES À SATISFAÇÃO QUANTO AO USO .....	57
8.4 RESPOSTAS REFERENTES AO USO DA EDIFICAÇÃO .....	59
<b>9 CONCLUSÕES .....</b>	<b>62</b>
REFERÊNCIAS .....	64
APÊNDICE A .....	66



## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é responsável pelo consumo de grande parte dos recursos naturais e geradora da maioria dos resíduos sólido urbanos, tanto por processos de ineficiência produtiva, como por rejeitos de demolição. Uma solução atualmente adotada de forma crescente, para mitigar tais impactos, é a concepção de edificações com métodos construtivos mais racionais e eficientes e o uso de materiais menos agressivos tanto para o homem como para o meio ambiente.

Sassi (2006, p. 42) relata que coberturas verdes são um símbolo de construção sustentável: se a sua presença, sozinha, não torna a edificação sustentável, pode diminuir os impactos gerados de diversas formas. De fato, estas coberturas também conhecidas como coberturas vivas, coberturas ecológicas ou telhados verdes, em sua utilização sobre edificações destacam-se por apresentarem várias vantagens, além das de ordem estética. Minke (2004, p. 9) aponta:

- a) diminuição da superfície pavimentada;
- b) produção de oxigênio e absorção de gás carbônico;
- c) filtragem do pó suspenso no ar;
- d) redução da variação do ciclo diário de temperatura;
- e) atenuação da variação da umidade do ar.

Apesar do reconhecimento de diversas vantagens de sua utilização, são comuns os receios, entre moradores, de que elementos vegetais atraiam animais indesejados para dentro das edificações (VALESAN, 2009, p. 92) e há dúvida, por exemplo, quanto ao potencial favorecimento à ocorrência de manifestações patológicas, que possam se manifestar pela presença de umidade, ação de raízes e de microorganismos nas camadas impermeabilizantes. Além dessas, existem outras incertezas, quanto a custos e durabilidade, que conduzem a uma baixa utilização deste tipo técnica.

Tanto na cidade de Porto Alegre, como distribuídas na região da Serra Gaúcha, existem algumas edificações que possuem a técnica de cobertura verde aplicada. Krebs (2005, p. 30) identificou e apresentou em seu estudo dez casos de aplicação nestas regiões, um número que representa grande parte das coberturas verdes existentes nestas áreas, o que evidencia, apesar de um atual aumento de demanda, há ainda pouca frequência do uso de coberturas verdes por parte da população. Pouey (1998, p. 2) relata que, em países como Canadá, Estados Unidos, Alemanha, França e Itália, o uso desta técnica é muito mais difundido que no Brasil. Com base na particularidade do uso dessa técnica, o trabalho tem como objetivo a consulta a moradores de edificações com coberturas verdes, residentes no condomínio Ecoovila, na cidade de Porto Alegre, sobre o seu nível de satisfação referente ao uso desse tipo de técnica.

Neste primeiro capítulo apresentam-se os conceitos iniciais sobre coberturas verdes, as motivações existentes para o seu estudo e sobre a estrutura da pesquisa. Após a introdução, segue-se para a exposição das diretrizes da pesquisa, expondo-se os objetivos, a conceituação utilizada na pesquisa e seu delineamento.

No terceiro capítulo, são apresentadas as características técnicas das coberturas verdes, como os seus tipos, camadas componentes, que asseguram o bom funcionamento da cobertura, e seus diversos efeitos benéficos. O capítulo seguinte versa sobre impactos psicológicos associados às coberturas verdes usadas no ambiente construído, tal como expressas pela opinião de moradores de edificações com coberturas verdes.

O quinto capítulo trata de custos das coberturas verdes, explana-se sobre os diversos custos envolvidos na confecção de uma cobertura verde, apresentando comparação de preços de materiais usualmente empregados em técnicas convencionais. O capítulo seguinte apresenta as diretrizes para a formulação do questionário utilizado na pesquisa, com seu teste piloto e correções executadas.

O sétimo capítulo apresenta algumas características do condomínio Ecoovila, a lista de edificações com coberturas verdes estudadas e características técnicas destas coberturas. O oitavo capítulo apresenta os resultados obtidos com a aplicação do questionário e a análise qualitativa destes resultados. Ao término do trabalho são expostas as conclusões obtidas ao longo da pesquisa.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes da pesquisa estão enunciadas e descritas nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa deste trabalho é: qual o nível de satisfação gerado por coberturas verdes em moradores de edificações que empregam essa técnica?

### **2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO**

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundário e são apresentados nos próximos itens.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

O objetivo principal deste trabalho é a verificação da satisfação de moradores de edificações com coberturas verdes, de um condomínio horizontal na cidade de Porto Alegre.

#### **2.2.2 Objetivo secundário**

O objetivo secundário deste trabalho é a contribuição como banco de dado de edificações com coberturas verdes em Porto Alegre.

### **2.3 HIPÓTESE**

A hipótese do trabalho é que a opinião de moradores em edificações dotadas de coberturas verdes é de satisfação quanto ao seu emprego.

## 2.4 PREMISSAS

O trabalho tem por premissas que:

- a) há no mercado da construção civil a necessidade do uso de técnicas construtivas que tenham um melhor desempenho e que sejam aceitas por seus moradores e pela sociedade;
- b) coberturas verdes constituem uma técnica com desempenho técnico que satisfaz aos requisitos para este elemento construtivo e é viável economicamente, quando comparada com técnicas de coberturas convencionais.

## 2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao estudo de coberturas verdes extensivas, sobre edificações unifamiliares de um condomínio horizontal situado na cidade de Porto Alegre.

## 2.6 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

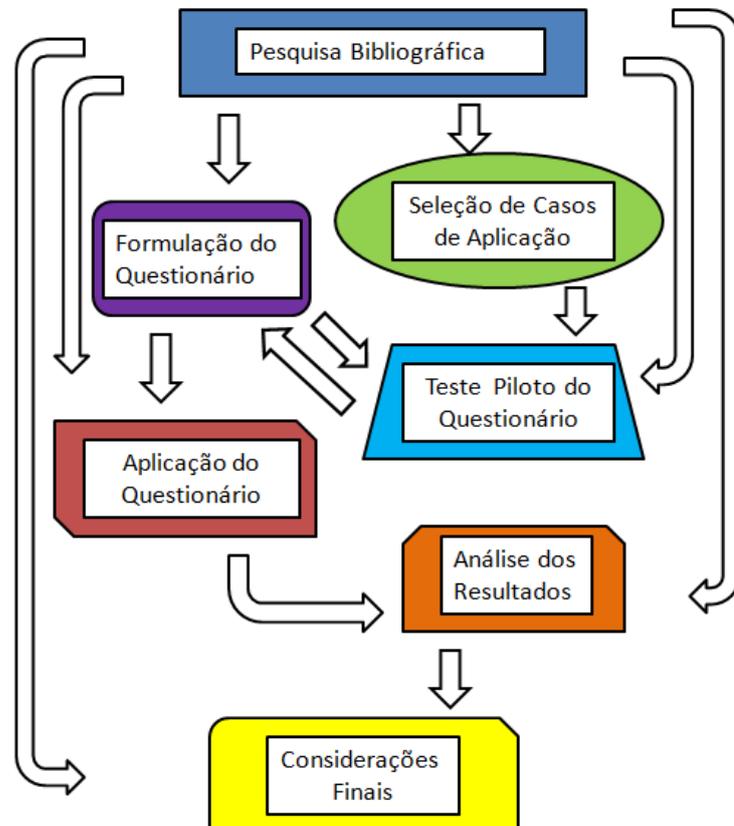
- a) a avaliação da satisfação de moradores através apenas de questionário;
- b) o número restrito das onze edificações estudadas.

## 2.7 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir que estão representadas na figura 1:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) seleção de casos de aplicação da técnica;
- c) formulação do questionário base para a pesquisa;
- d) teste piloto com o questionário;
- f) aplicação do questionário;
- g) análise dos resultados;
- h) considerações finais.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



(fonte: elaborada pelo autor)

A primeira etapa da pesquisa consistiu no aprofundamento no tema, no estudo dos diversos tipos de coberturas verdes e em suas várias técnicas de implantação, bem como na descrição de suas características e motivações de seu uso. A etapa seguinte, de seleção de casos de aplicação da técnica, se caracterizou pela reunião de casos de edificações, nas quais há aplicação de coberturas verdes na cidade de Porto Alegre, que foram utilizados tanto para o teste piloto do questionário como para a aplicação do questionário. Estas edificações foram identificadas através de casos apontados na bibliografia, bem como, por indicação do professor orientador e pela constatação de profissionais do mercado da construção civil que aplicam a técnica.

A etapa de formulação de questionário consistiu na elaboração das perguntas que foram utilizadas para o levantamento dos dados, sendo elaborados com base na bibliografia e com o objetivo de caracterizar a satisfação dos moradores. Antes de iniciar o levantamento com moradores foi aplicado um questionário de modo experimental, com a finalidade de observar

sua compreensão, visando o seu melhoramento e a adição de novas perguntas. Feito o teste piloto, passou-se para a aplicação do questionário e levantamento de características particulares de cada edificação, fazendo-se, também, o registro fotográfico das técnicas aplicadas.

Realizado o levantamento junto aos moradores, pode-se fazer a análise qualitativa dos resultados obtidos e comparando-os com estimativas iniciais. Ao se observar as respostas comumente expressas por moradores foi possível determinar o seu nível de satisfação. Ao término, foram feitas as considerações finais, que buscam expor as conclusões a que se chegou como resultado de toda a pesquisa.

### **3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS COBERTURAS VERDES**

Um dos critérios que define a escolha de uma técnica construtiva em projeto é a presença de materiais naturais do local, diminuindo a distância média de transporte. A utilização da edificação, os aspectos financeiros e a disponibilidade de mão de obra também são critérios relevantes para a escolha da técnica construtiva (DAUDT, 2006, p. 64). Nos próximos itens estão expostas as diversas características técnicas das coberturas verdes.

#### **3.1 TIPOS DE COBERTURAS VERDES**

As coberturas verdes podem ser classificadas em dois tipos, conforme a espessura da camada de substrato e da camada vegetal, extensivas e intensivas. As coberturas verdes extensivas, segundo Britto (2001, p. 108), são aquelas com camada vegetal inferior a dez centímetros, compondo-se, então, por plantas de baixo porte. Já, as coberturas verdes intensivas, segundo a mesma autora, são aquelas que possuem um substrato superior a vinte centímetros, o que inclui vegetações comuns a qualquer jardim, com arbustos e árvores de maior porte. A seguir são descritos esses dois tipos de cobertura.

##### **3.1.1 Coberturas Verdes Extensivas**

Coberturas extensivas são compostas, basicamente, por gramíneas e plantas de pequeno porte. Pouey (1998, p. 9) comenta que este tipo de técnica é o mais recomendado para coberturas em grandes áreas, onde a vegetação possa se desenvolver naturalmente. Por serem compostas de pequenas camadas de substrato, o que facilita a execução e sobrecarrega menos a estrutura, coberturas extensivas são as mais comumente utilizadas. A Figura 2 ilustra um caso de aplicação de cobertura extensiva na cidade de Porto Alegre.

Figura 2 – Exemplo de uma edificação com cobertura verde extensiva na cidade de Porto Alegre



(fonte: fotografia do autor)

### 3.1.2 Coberturas Verdes Intensivas

As coberturas vegetais intensivas se caracterizam por grandes camadas de substrato, tais como as ocorrentes em um solo normal. Minke (2004, p. 25) comenta a impossibilidade de coberturas intensivas serem executadas com inclinação, uma vez que não possuem estabilidade ao deslizamento, sendo sempre realizadas em uma superfície horizontal. A figura 3 a seguir apresenta a cobertura intensiva presente no terraço-jardim do edifício do Ministério de Educação e Saúde na cidade do Rio de Janeiro.

Figura 3 – Edificação do MEC com cobertura verde intensiva na cidade do Rio de Janeiro



(fonte: adaptado de KREBS<sup>1</sup>, 2005, p.35)

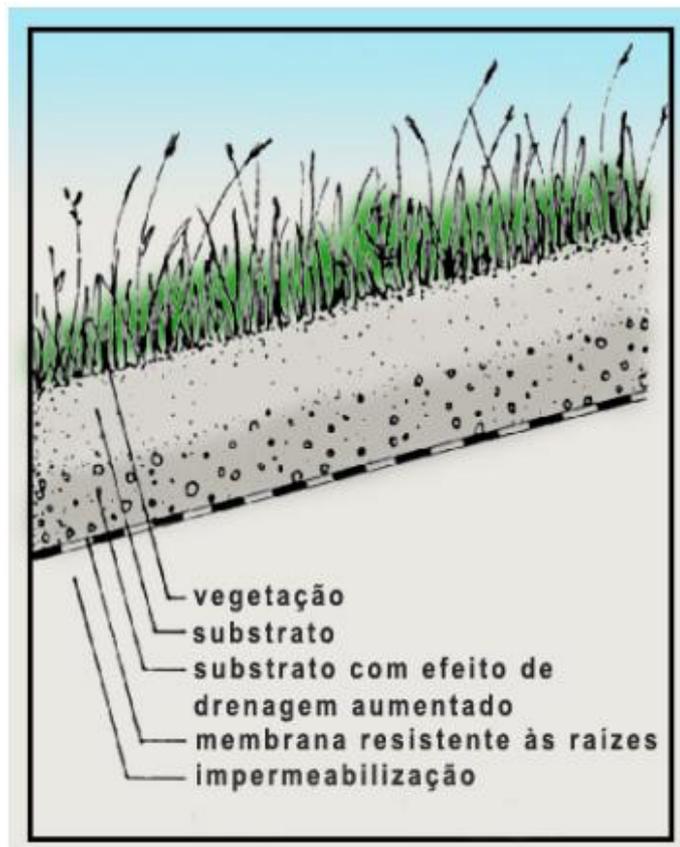
<sup>1</sup> Acervo particular. Almeida, M.L. Rio de Janeiro, Janeiro de 2003.

### 3.2 PROTEÇÃO AO MEIO EXTERNO

Como uma cobertura convencional, as coberturas verdes têm a função primária de proteger o ambiente interno da edificação de quaisquer intempéries. Daudt (2006, p. 82) salienta que é muito importante a presença de largos beirais, em estruturas complexas como cúpulas e domos, e que a presença de elementos impermeabilizantes é imprescindível para que haja um bom desempenho da cobertura verde.

As coberturas verdes são compostas por várias camadas, com distintas funções, cada uma, cujo trabalho, em conjunto, contribui para o bom desempenho da cobertura. A Figura 4 a seguir demonstra as cinco camadas vistas em corte.

Figura 4 – Camadas que compõem uma cobertura viva extensiva genérica



(fonte: KREBS<sup>2</sup>, 2005, p.53)

<sup>2</sup> Figura adaptada de Minke, 2004.

Nos próximos itens estão listadas e descritas as funções de cada camada.

### 3.2.1 Vegetação

Para que a cobertura tenha um bom desempenho estético e arquitetônico, a escolha da vegetação deve ser feita sob critérios paisagísticos, sendo sempre recomendada a assessoria de um especialista ou, então, a adoção de espécies e padrões que tenham o seu uso consagrado. Pouey (1998, p. 11) recomenda o uso de plantas nativas, pois requerem menos cuidados com relação à composição do solo, à irrigação e a mecanismos de drenagem. Recomenda, também, a utilização de plantas robustas, pois serão submetidas a poucos cuidados, e, algumas vezes, a condições severas de clima. A utilização de várias espécies permite, não apenas o uso do verde, como cor de ornamento, mas também de distintas configurações de tons para compor a paisagem. A Figura 5 demonstra uma edificação que possui uma cobertura verde extensiva, com vários tipos de espécies vegetais.

Figura 5 – Cobertura verde com diferentes tipos de espécies vegetais



(fonte: fotografia do autor)

É muito importante, também, atentar à questão de sombreamento, pois a vegetação necessita receber radiação solar, o que muitas vezes é limitante em centros urbanos nos quais há presença de prédios vizinhos ou de ambientes que são parcialmente cobertos.

### 3.2.2 Substrato

O substrato compreende o extrato da cobertura, que será destinado a fornecer nutrientes para a massa vegetal que compõe a cobertura. Por desempenhar este papel, sua espessura define o tipo de cobertura em que será instalado. Krebs (2005, p. 58) conceitua substrato como:

O substrato é a camada suporte da vegetação, onde se desenvolvem as raízes das plantas. Suas principais funções são servir de matéria nutriente, armazenar e drenar água, e ter poros de ar suficiente para o crescimento de raízes.

### 3.2.3 Camada drenante

A camada drenante, ou também nomeada de substrato com efeito de drenagem aumentado, é utilizada para promover a drenagem da água da chuva excedente, quando a camada de substrato se encontrar saturada. Pouey (1998, p. 13) considera a possibilidade de não se utilizar camadas drenantes em coberturas com inclinação superior a 5° e cuja vegetação não seja superior a 25 cm. É, no entanto, de presença imprescindível em coberturas horizontais, podendo ser composta por material granular, como brita, seixo rolado ou argila expandida, ou ainda podem ser utilizadas mantas geotêxteis, todos colocados sobre a impermeabilização, com inclinação mínima de 2°.

### 3.2.4 Camada resistente às raízes

A camada resistente às raízes, também resistente à ação bacteriana, tem como função garantir a integridade da camada impermeabilizante, pois diferente de uma impermeabilização convencional, as coberturas verdes possuem vegetais que tendem a crescer e danificá-la, motivo causador de várias manifestações patológicas descritas na bibliografia. Pouey (1998, p. 14) salienta a importância de tal camada, citando a possibilidade de sua composição ser de material anti-raiz, à base de alcatrão, de chapas de cobre ou, ainda, de uma manta de polietileno. Trabalho elaborado na Universidad de La Republica (2007, p. 86) destaca importantes propriedades da camada resistente a raízes, como que a cobertura deve ser feita de materiais que sejam resistentes à perfuração das raízes dos vegetais e para esta finalidade deve-se evitar materiais betuminosos, já que alguns microorganismo podem dissolvê-los.

### 3.2.5 Impermeabilização

A camada de impermeabilização é idêntica à de uma cobertura convencional, como terraço. Suas características gerais são normatizadas pela NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003, p. 10):

A impermeabilização deve ser projetada de modo a:

- a) evitar a passagem indesejável de fluidos nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrado ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de impermeabilidade;
- b) proteger as estruturas, bem como componentes construtivos que porventura estejam expostos ao intemperismo, contra à ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;
- c) proteger o meio ambiente de possíveis vazamentos ou contaminações por meio da utilização de sistemas de impermeabilização;
- d) possibilitar sempre que possível a realização de manutenções da impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos, devido à passagem de fluidos e lixiviação de compostos solúveis do concreto, argamassas e revestimentos;
- e) proporcionar conforto aos usuários, sendo-lhes garantido a salubridade física.

### 3.3 ISOLAMENTO TÉRMICO

Pouey (1998, p. 1) comenta a importância da cobertura, como elemento de interface da edificação, o que lhe afere importância na parcela de trocas térmicas:

A cobertura é um elemento da construção muito exposto à radiação solar, portanto responsável por grande parcela do fluxo de calor transferido ao ambiente interno. Durante o dia a cobertura sofre com a insolação e, durante à noite, com um resfriamento muito rápido em função das trocas de calor por radiação de onda longa com o céu.[...] Sendo assim, a cobertura deveria ser a parte da construção mais protegida em termos de isolamento e inércia térmica; entretanto, na maioria das vezes, é o elemento menos protegido.

Pouey (1998, p. 135), em seu estudo de desempenho de cobertura verde, quando comparada com uma cobertura com terraço, constatou a diferença de temperatura ocorrida durante o dia mais quente de verão e o dia mais frio de inverno, na cidade de Pelotas, que possui condições meteorológicas similares às de Porto Alegre. Esta diferença é demonstrada na figura 6. Nesta

figura, os valores em fundo verde representam a cobertura verde analisada, e, em fundo vermelho, a cobertura com terraço.

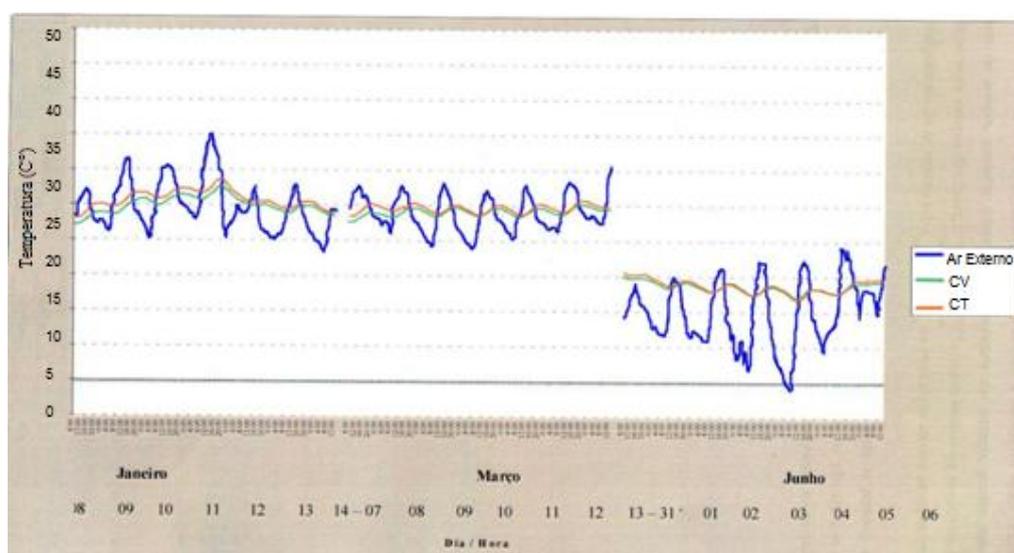
Figura 6 – Valores máximos e mínimos de temperatura do ar interior, em ambas as coberturas, nos períodos de verão e inverno

Variável	Temperatura do ar interno (°C)			
	Máxima		Mínima	
	CV	CT	CV	CT
Período				
<i>Verão</i>	27,8	28,7	23,2	23,6
<i>Inverno</i>	14,8	15,4	11,9	11,7

(fonte: POUEY, 1998, p. 135)

Além de observar uma maior variação de temperatura para a cobertura com terraço, a autora ainda verificou uma oscilação da temperatura do ar interior maior para o protótipo com cobertura de terraço, durante algumas semanas de verão e inverno, conjuntamente com a variação da temperatura do ar externo, apresentadas na figura 7. Fica evidente a característica de amortecimento térmico que a cobertura verde possui frente à cobertura com terraço.

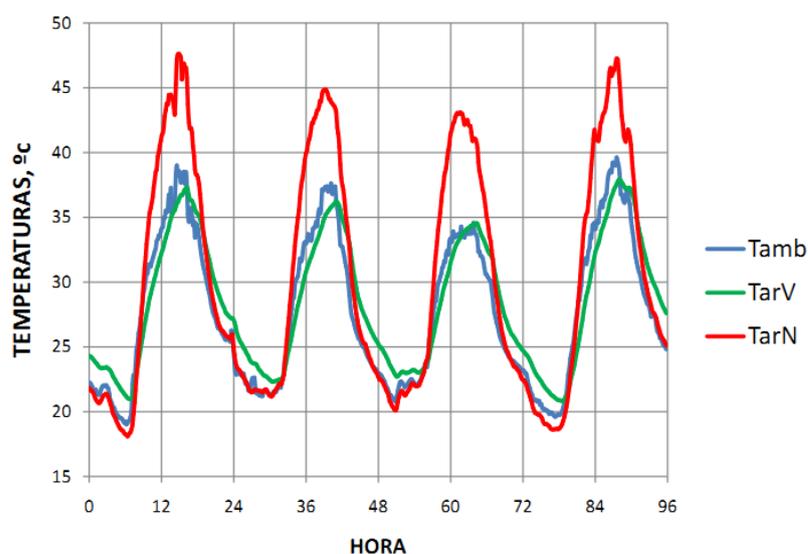
Figura 7 – Gráfico comparativo das temperaturas do ar externo e interno das duas coberturas, nos períodos de verão e inverno



(fonte: POUEY, 1998, p. 136)

O desempenho térmico das coberturas verdes pode ser observado quando executadas de maneira adicional, ou seja, sobre a cobertura já existente. Beyer (2006, p.1) realizou a medição de temperatura do ar interno de duas caixas com telhado inclinado, ambas com telhas de cimento amianto, e uma delas coberta com módulos pré-fabricados de cobertura verde. Os resultados das medições realizadas durante quatro dias de dezembro, comparados com temperatura ambiente, são mostrados na Figura 8 a seguir.

Figura 8 –Evolução das temperaturas externas e internas das caixas



(fonte: BEYER, 2006, p.3)

Como pode ser observado que nos instantes mais quentes do dia a caixa que possui apenas a telha convencional atinge temperaturas superiores, sendo esta diferença maior que 10 C°. Nos instantes mais frios, durante a noite e antes do amanhecer, o interior da caixa com cobertura verde apresenta temperatura levemente superior à temperatura ambiente e à da caixa convencional.

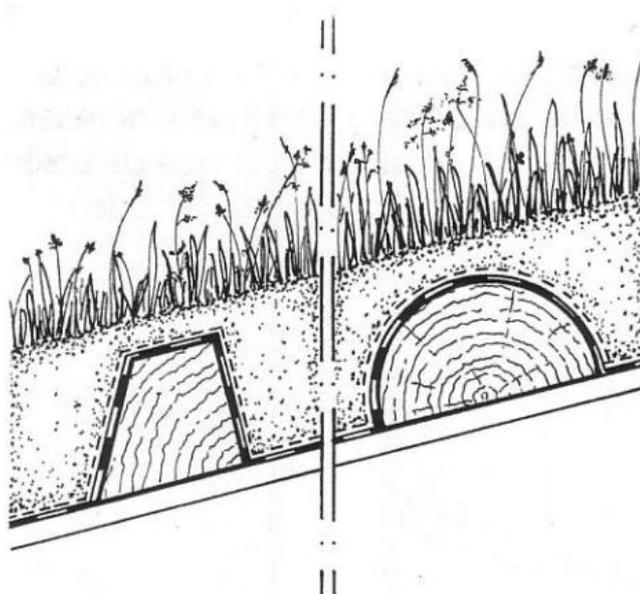
### 3.4 ESTABILIDADE ESTRUTURAL

Por estarem expostas à ação do vento, à potencial ocupação e ao seu peso próprio, as diversas camadas da cobertura exigem cuidados referentes à sua integridade, assim como ocorre com cobertura convencionais. Nos próximos itens são identificados os principais tipos de estabilidade requeridos por coberturas verdes.

### 3.4.1 Estabilidade ao deslizamento

No caso de coberturas verdes inclinadas, há a preocupação com a estabilidade do solo junto à cobertura. Minke (2004, p. 70) apresenta um mecanismo contra o deslizamento, executado em madeira, no substrato, apresentada na figura 9, para coberturas com inclinação entre 20° e 40°. São obstáculos de madeira que aderidos à camada drenante, evitam que a cobertura de solo fique frágil e se desprenda. O autor ainda salienta que, quanto maior for a inclinação, menor deve ser a distância entre estes elementos de contenção.

Figura 9 – Mecanismos de segurança contra o deslizamento do substrato



(fonte: MINKE, 2004, p. 70)

### 3.4.2 Estabilidade ao carregamento

O dimensionamento da estrutura portante da cobertura verde se dá de maneira análoga ao de uma cobertura convencional, tendo-se, porém, o cuidado de considerar o peso não drenado do solo. Pouey (1998, p. 17) esclarece que as cargas de projeto englobam potenciais árvores, arbustos, lagos, pérgolas e outros componentes, tratando-os como cargas pontuais, e que devem se aproximar dos elementos estruturais, como seria a disposição de uma fileira de arbustos sobre uma viga e de árvores, diretamente sobre pilares. A autora ainda reitera o fato de que, em coberturas executadas sobre edificações já existentes, deve-se verificar a sua capacidade portante. Krebs (2005, p. 142) apresenta valores de carregamento para projetos

fornecidos por entrevistados, que variam de 110 a 250 kg, dependendo da altura de substrato a ser considerado.

### 3.5 RETARDO DE ESCOAMENTO

Além dos efeitos de desconforto térmico, gerados pelas ilhas de calor no meio urbano, são comuns problemas urbanos referentes à má drenagem pluvial, devidos, principalmente, à impermeabilização do solo, gerada pela construção de edificações e pela pavimentação. Minke (2004, p. 20) cita um estudo feito na Universidade de Kassel, Alemanha, referente à capacidade de retenção pluvial de uma cobertura verde, com 12° de inclinação, que foi submetida a uma chuva de 18 horas de duração, apresentado, então, um retardo de 12 horas no deságue pluvial, tendo desaguado toda a chuva 21 horas após o término da precipitação.

### 3.6 ATENUAÇÃO DA FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR

Uma das grandes vantagens do uso de vegetação no meio urbano é a possibilidade, além de reduzir a amplitude térmica no interior da edificação, é de diminuir a formação de ilhas de calor na malha urbana, na qual a edificação está inserida. Esse é um dos principais papéis da vegetação no ambiente construído. Spirn (1995, p. 69-70) aponta a possibilidade de ilhas de calor constituírem, tanto um benefício, quanto um prejuízo, para a conservação de energia das edificações. No inverno ela pode reduzir o consumo de energia para aquecimento durante o dia; porém, no verão causa um aumento na demanda por condicionamento de ar, que por sua vez gera calor para o meio externo, o que agrava ainda mais a ilha de calor. Krebs (2005, p. 156) relata a diminuição da formação de ilhas de calor com um dos itens menos descritos como vantagem do uso de coberturas verdes, em parte por desconhecimento do fenômeno e por ser um evento de difícil percepção.

### 3.7 COBERTURAS VERDES PRÉ-FABRICADAS

As coberturas verdes podem ser fabricadas e instaladas sobre cobertura ou piso já existentes da edificação, o que dispensa a utilização de algumas das camadas componentes de uma cobertura verde convencional. D'Elia (2009, p. 35) aponta os sistemas de Ecotelhado, que se caracterizam, conforme os autores descrevem, por serem de fácil montagem, e apresentarem praticidade, por se tratarem de um sistema modular. Além vegetação e substrato presente no

módulo, este tipo de cobertura é composto por uma manta anti-raízes e uma membrana de retenção de substrato.

## 4 CONTRIBUIÇÕES PSICOLÓGICAS DAS COBERTURAS VERDES

Entre os benefícios psicológicos apresentados pela presença de árvores e vegetação no meio urbano, Pouey (1998, p. 4) cita "[...] a introdução de elementos de escala natural entre ruas e prédios, a percepção da mudança de estações, que produz uma ligação psicológica com o campo e o belo visual do espaço construído.". Nos próximos itens, encontram-se algumas contribuições de ordem estética e de bem-estar ambiental proporcionadas pelas coberturas verdes.

### 4.1 EFEITOS ESTÉTICOS

Krebs (2005, p. 158) constatou, junto a proprietários de edificações com coberturas verdes, algumas vantagens de uso destacadas por eles, sendo que a vantagem de ordem estética é a que mais pontua, seguida da possibilidade de utilizar a cobertura como jardim e o seu baixo custo de manutenção. Suas contribuições de ordem psicológica também são citadas. O Quadro 1 apresenta as principais vantagens identificadas pelos entrevistados, em ordem de frequência.

Quadro 1 – Principais vantagens com o uso de coberturas vivas, descritas pelos entrevistados

VANTAGEM DESCRITA	Nº DE RESPOSTAS
ESTÉTICA	11
USO DA COBERTURA COMO JARDIM	10
BAIXO CUSTO DE MANUTENÇÃO	9
INÉRCIA TÉRMICA NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO	8
DIMINUIÇÃO DO DIÂMETRO DA CANALIZAÇÃO PLUVIAL	8
RETARDO NA VAZÃO DA ÁGUA DAS CHUVAS	8
INTEGRAÇÃO COM PROJETOS DE BIO-ARQUITETURA	7
PROTEÇÃO TÉRMICA DOS MATERIAIS COMPONENTES	6
BAIXO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	6
INCREMENTO DA BIODIVERSIDADE NAS CIDADES	5
USO DA COBERTURA COMO JARDIM (c/ acesso às pessoas)	5
PSICOLÓGICA	4
ISOLAMENTO ACÚSTICO	4
DIMINUIÇÃO DAS ILHAS DE CALOR	3
FILTRAGEM DE PARTICULAS DO AR	3
POSSIBILIDADE DE HORTA NA COBERTURA	2

(fonte: adaptado de KREBS, 2005, p. 156)

Pouey (1998, p. 9) afirma que a estética diferenciada das coberturas verdes, junto com a alteração do microclima local e o efeito psicológico, torna a paisagem menos árida e com uma melhor qualidade de vida: um diferencial das coberturas verdes que sugere a sua inserção no ambiente construído. Minke (1980, p. 31) propõe que plantas vivas podem desempenhar diferentes funções: podem contribuir para o melhoramento das condições psicológicas e para a ecologia do ambiente e, assim, elas são elementos essenciais de nosso ambiente construído; podendo exercer função de partes da construção, como telhado ou parede, e até substituir partes da construção, assumindo suas tarefas. A figura 10 apresenta um raro caso de cobertura verde, no qual os elementos da cobertura mesclam suas funções com a de vedação vertical, que permite acesso à parte superior.

Figura 10 – Aspecto de uma edificação com cobertura verde, bem inserida no contexto natural



(fonte: fotografia do autor)

## 4.2 BEM-ESTAR AMBIENTAL

Valesan (2009, p. 90) apresenta, em seu estudo sobre peles-verdes, uma técnica de revestimento de fachada de edificações, que se assemelha a de coberturas verdes. Os diversos efeitos psicológicos são despertados em moradores de edificações que empregam a técnica, entre as quais se destacam: paz, iluminação, sensação de liberdade, leveza, aconchego, tranquilidade e bem-estar. Desta forma, 98% dos entrevistados, quando questionados sobre a forma como a vegetação contribuiu para qualificar suas edificações, no tocante a bem-estar psicológico, expressaram que há tal contribuição.

Minke (1980, p. 31) relata que em áreas habitacionais densamente povoadas as plantas têm, cada vez mais, uma contribuição significativa para a qualidade de moradia. O desejo pela arborização do ambiente habitado, seja no jardim, na sacada, nos peitoris de janela, ou em ambientes interiores, não é raro o uso para contrapor a monotonia, a hostilidade e a inaturalidade da residência. Pouey (1998, p. 2) complementa que coberturas verdes oferecem várias contribuições, de natureza técnica, estética e psicológica, e oferecem ao projetista um enorme potencial a ser desenvolvido e explorado, pois variam, desde um simples gramado, a um jardim com diversas plantas exóticas.

## 4.3 RECEIO DE UTILIZAÇÃO

Bohadana (2007, p. 62), ao comentar as justificativas para o uso das coberturas verdes, salienta que, além da técnica contribuir para o conforto térmico das edificações e o retardo do escoamento superficial gerado pela chuva, as coberturas apresentam ainda outros benefícios, de ordem psicológica, como: produção de aromas agradáveis, abrigo para a biodiversidade, beleza estética e integração com a paisagem. Porém, além das percepções positivas geradas pela presença de vegetação, é comum, também, o receio do seu uso.

Valesan (2009, p. 62) demonstra alguns problemas associados à rejeição ou temor de empregar a técnica de peles verdes, sendo os principais: a geração de umidade e atração de insetos. No entanto, a autora constatou em sua pesquisa, junto a cinquenta e dois moradores entrevistados, que não ocorrem insetos e outros animais no interior das edificações, em número superior ao de outras residências, e que este tipo de revestimento não exerce este tipo de influência. Alguns moradores ainda relatam, como positiva, a presença de pássaros

próximos a suas residências. No Quadro 2 estão expostos os animais efetivamente vistos pelos moradores de edificações com peles-verdes em suas edificações, definida qualitativamente sua presença e apresentada a frequência de visualizações.

Quadro 2 – Animais efetivamente visualizados junto à pele-verde

<b>Tipo de reação despertada</b>	<b>Animais</b>	<b>Nº de citações</b>
<b>Positiva</b>	Lagartixa	7
	Pássaros	3
	Borboletas	2
	Abelhas	2
<b>Intermediária</b>	Camundongo	1
	Abelhas	1
<b>Negativa</b>	Formiga	4
	Mosquito	3
	Insetos	2
	Bicho-cabeludo	2
	Rato	2
	Lesmas	1

(fonte: adaptado de VALESAN, 2009, p. 95)

## **5 CUSTOS DAS COBERTURAS VERDES**

A identificação dos custos referentes à implantação e manutenção é importante para caracterizar uma técnica construtiva que venha a ter seu emprego cogitado. Nos próximos itens procurar-se-á caracterizar os custos associados a coberturas verdes.

### **5.1 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO**

Em um projeto construtivo, denominado de sustentável, utilizando materiais naturais, realizado pela Universidad de la Republica (2007, p. 85), apresenta-se o conceito de que construir um telhado convencional, que assegure um bom comportamento térmico, pode ter altos custos e os materiais utilizados contribuem para gerar resíduos de demolição. Aponta coberturas verdes como uma solução utilizada, há muito tempo, na Europa e nos Estados Unidos. Sob esta ótica, coberturas verdes possuem custos de implantação similares aos de uma cobertura convencional. Nos próximos itens são caracterizados os diversos custos para implantação de uma cobertura verde.

#### **5.1.1 Custos das Espécies Vegetais**

Quanto às espécies vegetais utilizadas na cobertura, Mascaró e Mascaró (2002, p. 111) comentam que o seu custo está relacionado com a lei da oferta e da procura e que, frequentemente, os custos se elevam após geadas fortes, que danificam a produção de muitos viveiros. Os autores também comentam que são mais caras as plantas de difícil reprodução, as espécies de crescimento lento e as que estão na moda (arbustos para vaso, principalmente). Outro fator que implica diretamente no custo é o porte das mudas, pois plantas grandes são mais caras. Para Pouey (1998, p. 21) o preço das espécies vegetais que serão utilizadas e o tipo de piso que suporta a cobertura são muito variáveis, devido a um grande número de alternativas possíveis. Isto, inclusive, dificulta a comparação de custos entre edificações que possuem ou não coberturas verdes.

A variabilidade de espécies vegetais no mercado pode acontecer por motivos diversos. Pode ocorrer de algumas não estarem disponíveis no momento da compra: este acontecimento é de

difícil previsão, pois, geralmente, o plantio é elaborado muito antes da sua comercialização (MASCARÓ; MASCARÓ, 2002, p. 111).

### **5.1.2 Custos com Mão de Obra**

Krebs (2005, p. 68) relata que, ao término de sua pesquisa, não havia encontrado firmas especializadas na aplicação desta técnica construtiva, e que, pela falta da cultura do uso de coberturas extensivas, essa foi uma indústria que não se desenvolveu no país. Logo, para o profissional que queira executar um projeto com cobertura extensiva no local, a autora cita que a alternativa mais viável é contratar o trabalho terceirizado de execução, com uma empresa que fará a impermeabilização, outra que fará o paisagismo, juntamente com mão de obra, a qual deverá receber treinamento específico. Silva (2010, p. 74) apresenta uma solução de cobertura verde chamada Telhado Verde Alveolar, onde o sistema já é entregue praticamente pronto pela fábrica, exigindo, então, baixíssimos custos com mão de obra para a sua instalação junto à edificação. Porém, essa técnica não é um exemplo convencional de cobertura verde.

### **5.1.3 Custos de materiais**

É muito comum, em obras de bioarquitetura, a utilização de materiais oriundo do próprio local da obra para a construção, como madeira, terra e a própria vegetação, o que, muitas vezes, acaba por reduzir os custos. Krebs (2005, p. 164) relata em sua pesquisa que vários entrevistados tiveram dificuldade de estimar os preços de materiais utilizados na confecção de coberturas verdes, seja pelo fato de a cobertura fazer parte da obra, como um todo, sem ter orçamento discriminado para este fim, ou pelos materiais terem sido doados e retirados do local da construção. A autora apresenta dois quadros, com o objetivo de traçar uma comparação entre uma cobertura verde e uma convencional, em estrutura de madeira com telhas cerâmicas (tipo telha francesa). Os custos com materiais foram expressos, por metro quadrado e não foram consideradas distâncias de transporte. As coberturas apresentaram muita semelhança de custos, uma diferença de aproximadamente 3%. Essas estimativas de custos, corrigidos com Índice Nacional de Custos da Construção do Mercado levantado pela Fundação Getúlio Vargas entre os períodos de publicação dos trabalhos, da cobertura convencional e da cobertura viva são mostradas nos Quadros 3 e 4 respectivamente.

Quadro 3 – Estimativa de custos de materiais de uma cobertura convencional, com telhas cerâmicas francesas e estrutura de madeira, por metro quadrado

MATERIAL	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TORAL
Algeroza chapa galvanizada corte 25	m/lin	1	R\$ 149.55	R\$ 14.96
Caibro de peroba	m/lin	3 peças de (6x5cx100m)	R\$ 5.49	R\$ 16.47
Cumeeira	m/lin	4 peças	R\$ 18.14	R\$ 72.59
Forro de fibras de madeira mineralizada	m2	Placas de (1.10x2.20m secção de 1")	R\$ 91.29	R\$ 91.29
Ripa de Peroba	m/lin	4 peças de (5x1x100cm)	R\$ 1.35	R\$ 5.38
Rufo	m/lin			
Telha Cerâmica Francesa	m2	15 peças	R\$ 1.14	R\$ 17.05
Viga de peroba	m/lin	2 peças de (16x16x100cm)	R\$ 19.19	R\$ 38.37
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>RS 256.10</b>

(fonte: adaptado de KREBS, 2005, p. 178)

Quadro 4 – Estimativa de custos de materiais de uma cobertura viva, com estrutura de madeira, por metro quadrado

MATERIAL	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
Viga de peroba	m/lin	2 peças de (16x16x100 cm)	R\$ 19.19	R\$ 38.37
Caibro de peroba	m/lin	3 peças de (6x5cm)	R\$ 5.49	R\$ 16.47
Forro de fibras de madeira mineralizada	m2	Plascas de (1.10x2.20m secção de 1")	R\$ 91.29	R\$ 91.29
1º leito (transversal) de apoio em chapas de madeira (Eucaliptus grandis)	m/lin	10 peças (10x2.5x100cm)	R\$ 2.69	R\$ 26.92
2º leito (longitudinal) de apoio em chapas de madeira (Eucaliptus grandis)	m/lin	10 peças (10x2.5x100cm)	R\$ 2.69	R\$ 26.92
Manta PEAD espessura = 2mm	m2	1	R\$ 11.07	R\$ 11.07
Feltro asfáltico 14 libras	m2	2	R\$ 20.50	R\$ 41.02
Argila expandida	m2	0.06	R\$ 25.81	R\$ 1.54
Terra vegetal	m3	0.06	R\$ 3.59	R\$ 0.21
Gramma catarina em placa (leiva)	m2	1	R\$ 9.23	R\$ 9.23
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>RS 263.03</b>

(fonte: adaptado de KREBS, 2005, p. 178)

## 5.2 CUSTO DE MANUTENÇÃO

Silva (2010, p. 77) apresenta a recomendação de uma empresa, que executa um tipo específico de cobertura verde pré-fabricada, de irrigar diariamente durante os quarenta e cinco primeiros dias, de modo a assegurar a sobrevivência da vegetação plantada, e que informa que a continuidade de irrigação depende do tipo de clima da região. Na região Sul, à qual se delimita este trabalho, existe necessidade de irrigação caso ocorram estiagens; não há, portanto, necessidade de instalação de irrigação automatizada: apenas em regiões de pouca precipitação pluviométrica deve-se adotar o sistema de irrigação, para que a vegetação da cobertura não sofra déficit de água.

Krebs (2005, p. 24) conclui que há a necessidade de se experimentar e pesquisar coberturas vivas extensivas, para que sua utilização se torne mais massiva, pois suas vantagens são muitas, dentre as quais cita o baixo custo de manutenção.

## 5.3 ECONOMIA ENERGÉTICA

Coberturas verdes são comumente utilizadas com o propósito de gerar economia energética residencial, por se tratar de uma solução com bom isolamento térmico. Mascaró e Mascaró (2002, p. 107) citam que a bibliografia sobre o tema refere que, dos métodos para diminuir a demanda por refrigeração, o uso de vegetação e superfícies de alta refletividade de radiação solar são frequentemente mencionadas como as mais adequadas e que estas superfícies podem reduzir consideravelmente a carga de refrigeração da edificação. Mas, os autores enfatizam que o foco dessa questão está no uso da vegetação, como sendo o melhor método de abrandar a temperatura do ar em áreas urbanas, desde que projetadas em harmonia com os equipamentos e a infraestrutura urbana.

## 6 QUESTIONÁRIO PARA A PESQUISA

Neste capítulo serão apresentadas as indagações que serviram de base para a formulação do questionário e os ajustes feitos após a aplicação do teste piloto.

### 6.1 FORMULAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

A escolha do questionário, com perguntas padrão para levantamento de dados, deu-se por se tratar de uma ferramenta simples para a apresentação das respostas, visto que o formato de entrevista se mostra muito heterogêneo, destacando-se mais as características particulares de cada caso, o que dificulta a apresentação dos resultados de maneira comparativa.

As perguntas do questionário foram formuladas com base em alguns princípios com os quais se pretendia avaliar a satisfação, como:

- a) avaliação de características térmicas e acústicas da edificação;
- b) motivações para a implantação da cobertura verde;
- c) receios referentes à atratividade de insetos e à presença de umidade associados à vegetação;
- c) vantagens e desvantagens do uso de coberturas verdes;
- d) nível de satisfação referente ao uso da técnica.

A disposição das perguntas nas folhas do questionário se deu de modo que perguntas relativas ao mesmo tema ficassem separadas, para que o preenchedor do questionário não intuísse o caráter comparativo que elas possuem e respondesse de modo a burlar a comparação, ou alterasse sua resposta, influenciado pelo efeito de contágio (MARCONI; LAKATOS, 2008, p. 99).

O questionário foi dividido em quatro tipos de pergunta: perguntas de múltipla escolha, com apenas uma opção; perguntas de múltipla escolha, com mais de uma resposta; perguntas dicotômicas, com as alternativas sim e não; e perguntas em que o respondente deveria numerar as assertivas em ordem de preferência.

No questionário foram incluídas as perguntas 1.3 e 1.4 (ver Apêndice A, ao final do trabalho), que não são diretamente referentes ao uso da cobertura verde. A primeira delas, relativa à acessibilidade e proximidade de locais importantes para o dia-a-dia do respondente, e a segunda, referente à segurança contra roubos e assaltos, no bairro onde a edificação se encontra. Ambas com o intuito de mapear características quanto à localização das edificações.

## 6.2 TESTE PILOTO DO QUESTIONÁRIO

Antes de se dar início à aplicação com todos os moradores, fez-se sua aplicação experimental, em uma edificação do bairro Vila Conceição, não pertencente ao condomínio Ecoovila, o que se mostrou desvantajoso posteriormente, pois as edificações do condomínio possuíam várias características em comum, às quais se poderia atribuir perguntas dentro do questionário. A edificação possui uma técnica pré-fabricada de cobertura verde, tal edificação não foi concebida inicialmente com cobertura verde, tendo esta sido aplicada em 2006.

A moradora respondeu o questionário em menos de dez minutos, tempo que futuramente se manteve para os demais moradores. Inclusive, afirmou que era um questionário simples, devido à ausência de questões dissertativas. A moradora, porém, mostrou dificuldade no preenchimento da questão 4.4, na qual se deve numerar, em ordem crescente de preferência as vantagens do uso de cobertura, numerando-a em ordem decrescente de preferência. Isto foi percebido quando a moradora foi questionada sobre o entendimento do questionário, tendo, na mesma pergunta, também tido dúvida em preencher com números os parênteses até então preenchidos com a letra x. Estes, então, foram posteriormente substituídos por chaves, para a versão final do questionário. A mesma moradora apontou ter presenciado um número baixo de animais em sua edificação, evento que se mostrou isolado, quando posteriormente comparado com os moradores da Ecoovila; em parte devido à sua edificação se encontrar em meio urbanizado. A Figura 11 mostra a edificação utilizada no teste piloto.

Figura 11 – Edificação utilizada para o teste piloto do questionário



(fonte: fotografia do autor)

A versão piloto do questionário contava com o levantamento de espécies vegetais presentes nas coberturas, porém, uma vez que poderia haver uma variedade muito grande de plantas, optou-se por não tomar nota destas informações para o condomínio Ecoovila, visto que os moradores potencialmente poderiam atribuir nomes não convencionais ou não conhecidos pelo pesquisador, e haveria a possibilidade também de haver espécies de difícil reconhecimento.

Na formulação do questionário voltado para os moradores da Ecoovila, foi alterada a questão 3.5. Esta, inicialmente, questionava se o morador possuía algum sistema de aquecimento em sua edificação, e foi alterada de modo a questionar com que frequência, nos meses de inverno, era utilizado o forno/lareira, presente em todas as edificações do condomínio.

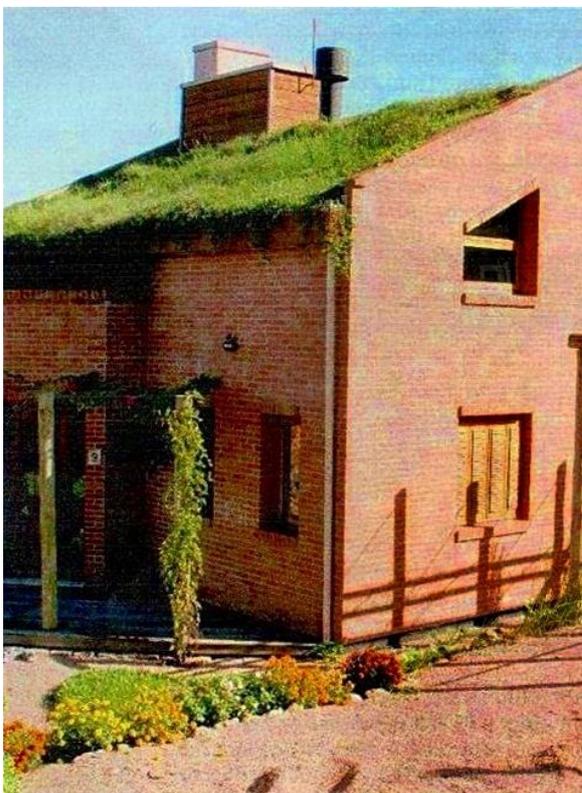
### 6.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

A aplicação do questionário final nos moradores ocorreu em um total de três dias de visitas ao condomínio. Um fato que dificultou a aplicação dos questionários foi a ocorrência de roubos no condomínio, acontecidos na véspera de dois dos dias de consultas, o que criou um ambiente de dificuldade, e fez com que os moradores, em geral, avaliassem como sendo pior a segurança em seu bairro, assunto introduzido pela pergunta 1.3.

A resposta ao questionário ocorreu de maneira solidária, conforme a disponibilidade dos moradores em responder. Apesar de a adesão dos moradores abordados ter sido unânime, nem todos os moradores do condomínio foram encontrados em suas residências nos dias das consultas, fato que impediu o aumento no número de edificações estudadas.

O estudo contemplou apenas edificações que possuíam coberturas verdes, não incluindo as que tiveram suas coberturas removidas, fato ocorrido em duas edificações no condomínio. A aplicação do questionário nestas edificações poderia avaliar, não apenas a satisfação dos moradores, mas também o caráter comparativo do uso de diferentes tipos de cobertura.

Figura 12 – Edificação do condomínio, com cobertura verde



(fonte: SANTUCCI, 2007, p. 16)

Figura 13 – Edificação com cobertura verde substituída por telhas cerâmicas



(fonte: fotografia do autor)

Em uma dessas edificações, apresentada na Figura 12, a moradora proprietária desta edificação decidiu remover a cobertura vegetal de sua edificação, situação atual na Figura 13, após uma série de tentativas de correção dos problemas de infiltração. Ela relatou que pretende aplicar novamente uma cobertura verde, pois no verão, com a ausência da vegetação o interior de sua casa atinge temperaturas superiores às antigas. O mesmo não ocorre no

inverno, quando a diferença não é perceptível. A moradora ainda atribuiu as incidências patológicas a erros executivos durante a construção, reconhecendo a importância do uso deste tipo de técnica.

## **7 EDIFICAÇÕES ESTUDADAS**

Neste capítulo serão apresentados aspectos gerais do condomínio estudado, as características técnicas e construtivas das coberturas verdes, na ocasião de sua aplicação, e as edificações estudadas, com seu registro fotográfico.

### **7.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CONDOMÍNIO**

O condomínio horizontal Ecoovila, situado no bairro Vila Nova, em Porto Alegre, teve o início de sua construção em 2002, compreende uma área aproximada de 26000m<sup>2</sup>, possui dois grupos de edificações que totalizam 26 edificações, separados por uma mata nativa que também circunda o terreno (KREBS, 2005, p.114). Do total de edificações do condomínio, 17 possuem cobertura verde, 11 das quais são objeto deste trabalho. Além das coberturas vivas, o condomínio possui outras diversas iniciativas, que promovem o uso da vegetação junto ao ambiente construído, como o fato de algumas edificações possuírem pérgulas com vegetação, para amenizar a incidência solar sobre automóveis, e espirais de ervas, com sistema de ventilação, para promover aromatização no interior das edificações. Grande parte do terreno do condomínio é ocupada por mata nativa, que pode ser vista na Figura 14 a seguir, que mostra uma maquete das edificações do empreendimento.

Figura 14 – Maquete de parte da Ecoovila



(fonte:KREBS, 2005, p. 114)

As edificações estudadas apresentam, adicionalmente às coberturas verdes, que promovem isolamento térmico no telhado, outras estratégias construtivas com preocupação térmica, como: paredes construídas com duas camadas de tijolos, Além de presentes em algumas edificações esquadrias de vidros duplos. Todas as edificações do condomínio possuem em seu ambiente principal do andar térreo, um forno/lareira, que promove aquecimento da edificação no inverno.

## 7.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS COBERTURAS

As coberturas possuem inclinação elevada, variando de 33° a 45°, o que propicia uma melhor drenagem da água da chuva e otimiza a incidência solar sobre a cobertura, favorável para o uso de painéis termo solares.

As coberturas verdes possuem duas águas, sendo uma voltada para o norte e outra para o sul. A parte do telhado voltada para o norte recebe uma insolação maior, o que faz que, em períodos seguidos de estiagem, possa se observar uma maior desidratação da vegetação. A parte do telhado voltada para o sul, onde o substrato permanece mais tempo saturado depois

de períodos de chuva, apresentou uma ocorrência maior de casos de infiltração de água e surgimento de mofo.

Todas as coberturas possuem acessibilidade a uma das águas do telhado, aquela que é comum ao terraço das edificações, sendo que algumas edificações são dotadas de escada que possibilita o acesso à totalidade da cobertura, facilitando atividades como rega, poda ou retirada de plantas indesejadas, que tenham nascido espontaneamente.

A camada de impermeabilização da cobertura foi executada com placas de OSB, com pintura asfáltica, com objetivo de selar e de fixar as mantas de PEAD, que são dispostas logo acima (KREBS, 2005, p.115). A disposição das chapas de OSB sobre o caibros e o telhado pronto para a colocação da manta de PEAD podem ser vistos abaixo, nas Figuras 15 e 16 respectivamente.

Figura 15 – Chapas de OSB sobre caibros da estrutura do telhado



(fonte: MENZ, 2004, p.58)

Figura 16 – Telhado coberto pronto para a aplicação das mantas de PEAD



(fonte: MENZ, 2004, p.58)

Apesar de o uso de madeira ser pouco comum em elementos que necessitam de estanqueidade, como calhas e pisos em contato com o solo, sua utilização como estrutura de suporte para a impermeabilização é plenamente adequada, considerando-se que o uso de

concreto na construção de edificações deve ser minimizado, visto que cerca de 6% das emissões globais de CO<sub>2</sub> são decorrentes da produção de cimento (informação verbal)<sup>3</sup>.

A camada drenante é composta por uma geomembrana alveolar com perfurações, de modo a permitir o escoamento da água. Esta membrana é presa nos rufos e na cumeeira do telhado. A água da chuva é escoada até extremidade da calha, de onde desce por uma tubulação vertical, em PVC. Na Figura 17, a seguir, podem-se observar os dois mecanismos.

Figura 17 – Geomembrana e canalização de PVC



(fonte: KREBS, 2005, p. 116)

A camada de substrato, de espessura aproximada de dez centímetros, é constituída por húmus e pela parte do solo já presente nas leivas. A camada vegetal, composta inicialmente por gramíneas, tinha como objetivo fixar o solo na geomembrana, de modo que, posteriormente, fosse possível outro tipo de cultura de maior porte, sem que houvesse deslizamento ou desprendimento desta camada.

A seguir estão dispostas, de maneira resumida, informações técnicas das coberturas verdes presentes nas edificações:

---

<sup>3</sup> Minke na palestra “Bambu: um material para construções sustentáveis”, realizada no dia 5 de maio de 2011 no instituto Goethe de Porto Alegre.

Quadro 5 – Resumo dos dados das coberturas do condomínio Ecoovila

Uso das Edificações	residência unifamiliar
Data de início da Obra	2002
Tempo de construção das coberturas viva	três dias para cada unidade, em média
Orientação Solar	coberturas voltadas para o norte e para o sul
Sistema estrutura da cobertura	chapas de OSB de 15mm pregadas em um caibramento de madeira, sobre vigas de concreto armado
Inclinação da cobertura	entre 33° (forte inclinação) e 45° (empinado), conforme a casa
Peso por m <sup>2</sup> (solo saturado)	160 Kg
Drenagem	Calha metálica preenchida com brita, e tubo de drenagem , protegido por tela de Bidim
Impermeabilização da estrutura	pintura asfáltica nas chapas de OSB, com sobre posição de mantas de PEAD
Tipo de Substrato	terra preta, com pequenas quantidades de materiais decompostos (cascas de frutas e algas marinhas, entre outros)
Altura doSubstrato	10 cm
Espécies Vegetais empregadas	Zoysia japonica. Nomes comuns: grama esmeralda, zoísia-silvestre, grama-zoísia, zoísia;Tradescantia zebrina. Nomes comuns: lambari, trapoeraba-roxa, judeu-errante.

(fonte: adaptado de KREBS, 2005, p. 112-113)

### 7.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS EDIFICAÇÕES ESTUDADAS

A primeira edificação estudada, que é, inclusive, a que se encontra mais próxima da avenida que dá acesso ao condomínio, pertence a um morador que é responsável por serviços de zeladoria. Independente disto, foi o primeiro morador a responder o questionário, e com o qual o pesquisador obteve permissão para aplicar o questionário aos demais moradores. A Figura 18 a seguir apresenta a edificação.

Figura 18 – Edificação 1



(fonte: fotografia do autor)

Este morador já havia feito reposição da vegetação da cobertura, bem como reparos na impermeabilização. A vegetação foi reposta com módulos pré-fabricados de cobertura verde (que recebem o nome comercial de Ecotelhado), uma vez que o morador relatou dificuldades em encontrar profissional executor deste tipo de técnica. Além disso, o sistema modular pode ser manuseado em partes individuais, o que, potencialmente, facilita futuros reparos, caso necessário. As duas imagens apresentam o conjunto e um dos módulos pré-fabricados da cobertura, implantados em recipientes de EVA reciclado, comportando plantas suculentas.

Figura 19 – Vista da cobertura verde da edificação 1



(fonte: fotografia do autor)

Figura 20 – Módulo pré-fabricado de cobertura verde



(fonte: fotografia do autor)

O morador da edificação 2 também executou reparo na cobertura, substituindo a vegetação morta por novas leivas, que, devido à recém colocação e intensa exposição ao sol, apresenta-se seca.

Figura 21 – Edificação 2



(fonte: fotografia do autor)

A edificação 3, na imagem a seguir, apresenta, em sua cobertura, um cultivo de suculentas, após reposição da vegetação e reparo na camada drenante.

Figura 22 – Edificação 3



(fonte: fotografia do autor)

A vegetação se mostrou bem adaptada, tendo crescido com vigor, em ambas as águas.

Figura 23 – Vista norte da cobertura da edificação 3



(fonte: fotografia do autor)

Figura 24 – Vista sul da cobertura da edificação 3



(fonte: fotografia do autor)

Na edificação 4, a moradora executou reposição das placas de OSB próximas à calha de drenagem, onde o solo, em média, permanecia mais tempo saturado.

Figura 25 – Edificação 4



(fonte: fotografia do autor)

A cobertura apresenta o mesmo tipo de vegetação que o presente inicialmente, porém com a presença de algumas plantas invasoras.

Figura 26 – Vista da cobertura da edificação 4



(fonte: fotografia do autor)

A moradora da edificação 5, junto com outros dois moradores não tiveram problemas de impermeabilização em suas coberturas. A cobertura mantém a vegetação plantada inicialmente.

Figura 27 – Edificação 5



(fonte: fotografia do autor)

Junto à cobertura, há um sistema de placas solares de aquecimento de água. O sistema ocupa parte da vegetação da cobertura, o que moradora relatou como não sendo um incômodo.

Figura 28 – Vista da cobertura da edificação 5



(fonte: fotografia fornecida pela moradora)

A cobertura da edificação 6 também não necessitou de reparos em seu sistema de impermeabilização, porém teve sua vegetação original substituída.

Figura 29 – Edificação 6



(fonte: fotografia do autor)

O morador afirmou não fazer uso de um número maior de placas solares, pois isto diminuiria a área ocupada por vegetação em sua cobertura

Figura 30 – Vista da cobertura da edificação 6



(fonte: fotografia do autor)

A edificação 7, conforme relatos do morador, foi a primeira edificação a receber uma cobertura verde no condomínio, sendo esta implantação experimental. Por esta razão recebeu uma atenção maior em seu sistema de impermeabilização, e se fez uso de diversas alturas diferentes de substrato, de modo a optar pela que tivesse melhor desempenho.

Figura 31 – Edificação 7



(fonte: fotografia do autor)

Na edificação 8 foi replantada de grama esmeralda, após reforma devido à infiltrações.

Figura 32 – Edificações 8



(fonte: fotografia do autor)

A edificação 9, cujo proprietário é um agrônomo, possui um número variado de espécies vegetais em sua cobertura. O morador afirmou controlar a presença de plantas indesejadas com o plantio esporádico de azevém.

Figura 33 – Edificação 9



(fonte: fotografia do autor)

Edificação 10, foi uma das poucas edificações no condomínio que não executou reformas. Porém, a parte da cobertura que é voltada para o sul, permaneceu nos meses de inverno sob saturação, apresentou manchamentos devido à umidade, um indício de que se tenha que fazer reparos futuramente.

Figura 34 – Edificação 10



(fonte: fotografia do autor)

A moradora da edificação 11, ao responder ao questionário, afirmou que havia feito reforma recentemente na impermeabilização, e que este havia sido o único incômodo causado pelo uso de sua cobertura verde, e que este defeito se deu, em parte, pelo caráter experimental com que havia sido aplicada a técnica.

Figura 35 – Edificação 11



(fonte: fotografia do autor)

## 8 RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa feita com os moradores das onze edificações estudadas, bem como a análise qualitativa destes resultados.

### 8.1 RESPOSTAS REFERENTES À LOCALIZAÇÃO

As cinco primeiras perguntas do questionário se referem a propriedades relacionadas à localização da edificação, que servirão para fins de comparação com outras respostas do questionário, no que concerne ao isolamento térmico da edificação e sobre o uso de mecanismos para o controle de temperatura no interior das edificações.

Ao responderem à primeira pergunta, sobre a inserção da edificação em uma região que atinge temperaturas muito frias ou muito quentes, sete dos onze respondentes afirmaram que de fato o entorno suas edificações atingem temperaturas muito frias no inverno: os quatro restantes afirmaram o contrário. À pergunta 1.2, apenas uma moradora respondeu que sua edificação não estava inserida em uma região que atinge temperaturas muito quentes no verão. A mesma respondente afirmou, verbalmente, que por características microclimáticas, sua edificação não era consideravelmente quente nos meses de verão.

Todos os moradores consideraram o nível de ruído no entorno de suas edificações como bom ou ótimo, no entender, respectivamente, de cinco e seis respondentes. Um dos moradores relatou a realização de festas nas proximidades do condomínio, que, eventualmente causavam barulho indesejado, mas que, salvo a ocorrência destes eventos, o condomínio era muito silencioso.

### 8.2 RESPOSTAS REFERENTES À CONCEPÇÃO

Sete dos respondentes possuíam, antes de habitar a edificação, receio quanto ao surgimento de possíveis problemas de impermeabilização. Apenas três tinham receio quanto à atratividade de insetos. Apesar de ser este um fator que comumente causa estranhamento da população em geral, ele se mostrou pouco presente. Os quatro moradores que não temiam o surgimento de

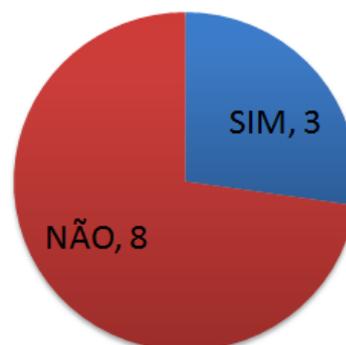
problemas de impermeabilização também não possuíam receio algum quanto à potencial presença de inseto, dentro e no entorno de suas edificações. A síntese de tais respostas pode ser vista nas Figuras 36 e 37 a seguir.

Figura 36 – Receio quanto à presença de umidade antes da concepção da cobertura



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 37 – Receio quanto à atratividade de insetos antes da concepção da cobertura



(fonte: elaborado pelo autor)

No tocante às perguntas referentes a animais cuja presença é indesejada, três dos respondentes não apontaram a barata como tal: porém, os mesmos apontaram aranha como indesejada, e dois destes citaram adicionalmente escorpião. Gafanhoto, lagartixa e abelha, animais que comumente são considerados como indesejados, foram pouco citados. Os Quadros 6 e 7, a seguir, apresentam o levantamento completo.

Quadro 6 – Animais indesejados

Animais indesejados	
Animal	Nº de citações
Borboleta	0
Abelha	1
Gafanhoto	1
Pássaro	1
Cobra <sup>4</sup>	1
Lagartixa	2
Escorpião <sup>4</sup>	2
Aranha	4
Mosca	4
Rato	5
Formiga	6
Cupim	7
Barata	8

(fonte: elaborado pelo autor)

Quadro 7 – Animais observados

Animais observados	
Animal	Nº de citações
Saracura <sup>4</sup>	1
Prea <sup>4</sup>	1
Gambá <sup>4</sup>	2
Cobra <sup>4</sup>	3
Rato	5
Lagarto <sup>4</sup>	5
Barata	6
Cupim	8
Mosca	9
Gafanhoto	10
Lagartixa	10
Abelha	11
Aranha	11
Borboleta	11
Formiga	11
Pássaro	11

(fonte: elaborado pelo autor)

Nove do total de respondentes afirmou possuir algum tipo de vegetação no interior de sua residência, além dos já presentes em sua cobertura, o que aponta um gosto comum entre os moradores por elementos vegetais, uma aparente característica compartilhada por moradores que possuem em suas edificações este tipo de técnica.

Somente dois respondentes afirmaram já haver estado em uma edificação com cobertura verde, antes de tê-la em sua casa, o que mostra o quão infrequente ainda é o uso deste tipo de técnica. A indicação de um profissional executor de coberturas verdes como sendo a principal motivação para a escolha de morar em uma edificação a técnica, de acordo com oito respondentes, no total. As demais alternativas teve um respondente cada, como pode ser visto na Figura 38 a seguir.

---

<sup>4</sup> Animais citados pelos respondentes e não presentes nas alternativas da pergunta.

Figura 38 – Origem da principal motivação para uso da cobertura verde.



(fonte: elaborado pelo autor)

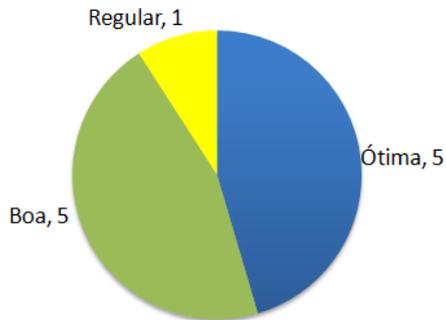
Reformas ou reposições de vegetação se apresentam como uma característica peculiar entre as edificações estudadas, tendo sido realizadas em nove das onze edificações.

### 8.3 RESPOSTAS REFERENTES À SATISFAÇÃO QUANTO AO USO

Cinco moradores afirmaram ser ótima, e seis, como sendo boa a inserção de sua edificação no contexto arquitetônico onde ela se encontra, observa-se que o fato das edificações estarem localizadas em um condomínio planejado influenciou positivamente a avaliação dos moradores, pois eles poderiam ter uma opinião contrária no caso das edificações estarem inseridas em ruas e avenidas dentro da malha urbana da cidade onde os elementos vegetais das coberturas verdes fariam contraste com os demais elementos construídos.

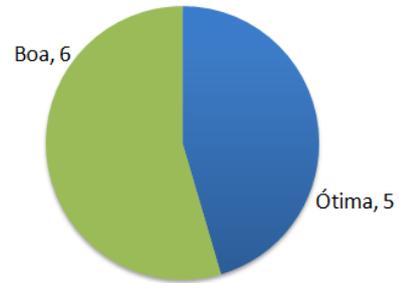
Cinco moradores consideraram a aparência estética de sua edificação como boa e, cinco, como sendo ótima, apenas um morador a considerou regular. Quatro moradores acreditam como sendo boa a opinião de outras pessoas sobre a aparência estética de sua edificação, e sete como sendo ótima. Observa-se que a percepção dos moradores sobre as características estéticas de suas edificações não destoam do que eles imaginam que seja a percepção de outras pessoas. As respostas estão mostradas nas Figuras 39 e 40 a seguir.

Figura 39 – Avaliação da aparência estética da edificação



(fonte: elaborado pelo autor)

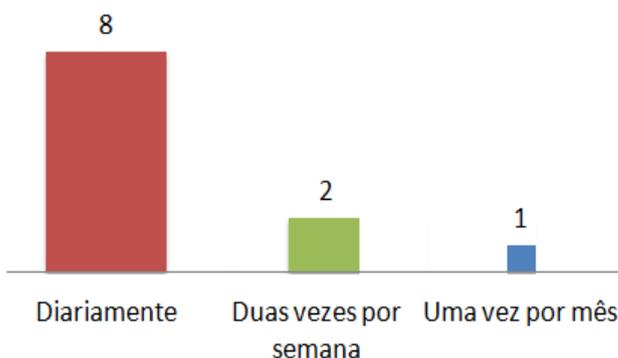
Figura 40 – Como acredita ser a opinião de outros moradores sobre a aparência estética da edificação



(fonte: elaborado pelo autor)

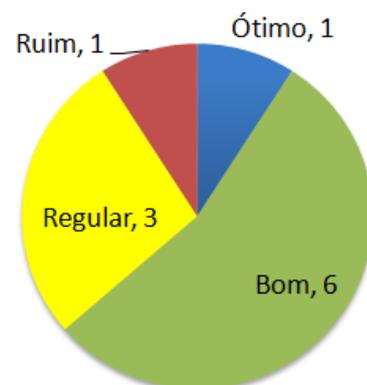
Apesar do isolamento térmico das residências no inverno terem sido majoritariamente avaliados como bom, a maior parte dos respondentes afirmou fazer uso diário de seu forno/lareira nos meses de inverno. Esta alta frequência de uso de sistema de aquecimento pode tanto ser um hábito cultural, como resultar de uma possível perda de calor que a edificação possa apresentar.

Figura 41 – Frequência de uso do forno/lareira



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 42 – Avaliação do isolamento térmico da edificação no inverno



(fonte: elaborado pelo autor)

Quando questionados sobre o isolamento térmico de sua casa no verão, quatro respondentes consideraram como sendo ótimo, cinco consideraram bom e dois o consideraram regular.

Porém, apenas dois dos onze respondentes não possuem em sua edificação sistemas de refrigeração como ventilador ou ar condicionado, os demais afirmaram possuir, pelo menos, um dos dois aparelhos. Dois dos moradores relataram fazer monitoramento da temperatura dentro e fora de suas edificações durante o verão, e observarem, sem uso de refrigeração, uma diferença máxima de temperatura de, em média 6°, sendo observados valores de até 12° nos dias de calor extremo.

#### 8.4 RESPOSTAS REFERENTES AO USO DA EDIFICAÇÃO

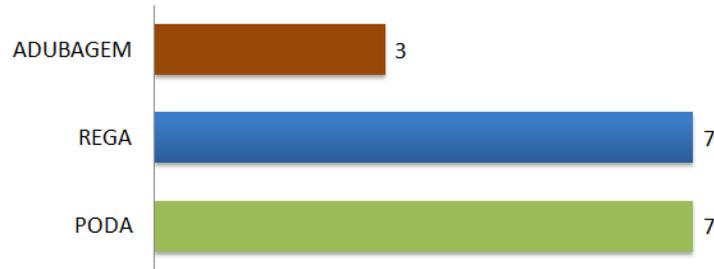
Quatro dos respondentes afirmaram utilizar a cobertura para plantio de flores e hortaliças. Os moradores relataram ser comum o transplante de mudas, do jardim para a cobertura, devido a uma grande disponibilidade de plantas no entorno das edificações.

Os respondentes dividiram opiniões quando perguntados se consideravam a manutenção dada à cobertura verde como sendo cara ou trabalhosa, tendo cinco afirmado que sim e seis afirmado que não. Pode ter ocorrido uma falsa associação, por parte dos moradores, de custos de manutenção com custos relativos a reparos feitos na cobertura, fazendo com que a manutenção tenha sido em média considerada onerosa.

A questão 4.4 consistia em numerar de forma crescente, iniciando pela mais importante, as principais vantagens do uso da cobertura verde. O isolamento térmico foi citado por todos os moradores, dos quais oito a qualificaram como a principal vantagem. Em seguida, a aparência estética aparece como principal benefício de uso, não apontada por apenas dois moradores. Também marcada como principal vantagem por um morador está a presença de elementos vegetais, não citada por três dos moradores. Um respondente citou, adicionalmente, a atratividade de pássaros na cobertura, vantagem que se estivesse entre as assertivas poderia ter tido um número maior de menções. O baixo custo de implantação das coberturas foi a única opção não escolhida por nenhum respondente.

São raras as aquisições de adubo, sendo grande parte desta adubagem feita com matéria orgânica de origem doméstica, como cascas de frutas e restos de comida. Tipos de manutenção mais comumente empregados são rega e poda, citados por sete respondentes. O número de cada atividade citada aparece na figura abaixo.

Figura 43 – Tipos de manutenção dados às coberturas verdes

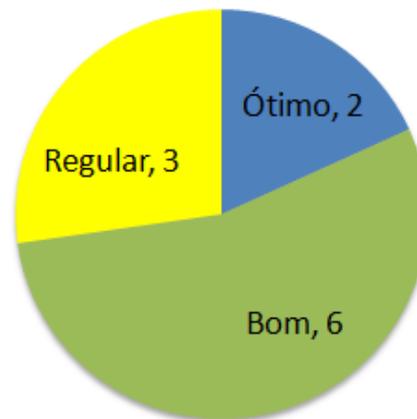


(fonte: elaborado pelo autor)

Quatro moradores citaram a falta de profissionais executores de coberturas verdes como sendo a principal desvantagem do uso desta técnica: esta menção é justificada pela dificuldade que os moradores encontram em contatar profissionais que realizem reformas nas camadas impermeabilizantes. Uma das moradoras relatou dificuldade em encontrar profissionais que façam serviços de jardinagem, como por exemplo, poda da vegetação.

O nível de satisfação quanto ao uso das coberturas verdes foi apontado majoritariamente por seis moradores como bom, dois consideraram ótimo e três consideraram regular.

Figura 44 – Nível de satisfação quanto ao uso da cobertura verde



(fonte: elaborado pelo autor)

Dez entre os onze moradores recomendaria o uso de coberturas verdes como as presentes em sua edificação para outras pessoas. A última pergunta questionava se o morador conceberia novamente sua edificação com cobertura verde, nove dos entrevistados afirmaram que sim. Um dos moradores que afirmou em contrário fez a ressalva que aplicaria uma cobertura verde se esta fosse executada diferente da realizada inicialmente em sua edificação.

## 9 CONCLUSÕES

Ao longo da realização do trabalho, em especial, durante as etapas de aplicação do questionário e a análise dos resultados obtidos, puderam-se extrair diversas conclusões.

A pesquisa demonstrou que os moradores, em média, estão satisfeitos com o uso de suas coberturas. Apesar do alto número de ocorrência de casos de manifestações patológicas nas coberturas. A maioria conceberia, novamente, suas edificações com coberturas verdes, e quase a totalidade recomendaria o uso de coberturas verdes iguais às presentes em sua edificação.

O estudo foi pouco conclusivo sobre a atratividade de insetos e animais indesejados devido à presença da cobertura vegetal, uma vez que as edificações estudadas se encontram em um condomínio localizado em meio a uma grande quantidade de vegetação, o que faz com que haja naturalmente a presença no entorno das edificações de um número variado de animais.

Pode-se depreender dos relatos e das respostas dadas no questionário que as coberturas verdes presentes nas edificações desempenham um papel mais eficiente de isolamento térmico nos dias quentes de verão, quando recebem uma grande incidência de radiação solar e transmitem pouco calor para o meio interno, preservando a temperatura dentro da edificação.

A capacidade de isolamento acústico promovida pelas coberturas verdes é pouco observada nas edificações estudadas, devido não apenas à ausência de ruído no entorno da edificação, bem como ao posicionamento da cobertura, que não se opõem a fontes sonoras. Pode ser observado, por exemplo, apenas o abafamento do som proveniente da queda da água da chuva sobre o telhado da edificação.

A maioria dos moradores citou a falta de profissionais aptos para executar este tipo de revestimento como sendo a principal desvantagem do uso de sua cobertura verde, o que demonstra uma demanda de mercado reprimida para a execução e reparo deste tipo de técnica. A influência na escolha por coberturas verdes também mostra a importância desses

profissionais para o aumento da utilização desta técnica que pode promover uma série de benefícios à sociedade.

A coleta de dados para a pesquisa, através do uso de questionário, adquiriu, ao longo de sua realização, algumas características de entrevista, na qual são levantadas as respostas e os comentários dos entrevistados, o que propiciou uma descrição em tópicos das edificações e uma melhor abordagem dos resultados obtidos com o questionário.

A grande incidência de patologias nas edificações estudadas, devido a especificações erradas em projeto ou a erros executivos, era inesperada pelo autor. Se esta ocorrência fosse constatada com a aplicação de questionário piloto em uma cobertura do condomínio, poder-se-ia incluir questões pertinentes às reformas realizadas nas coberturas, bem como os diversos tipos de patologias ocorridas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: impermeabilização – seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003.

BEYER, P. O. **Relatório Técnico**: Medição do desempenho térmico de ecotelhas. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 4 f. Disponível em: <<http://www.ecotelhado.com.br/InformacoesInterna/Forms/AllItems.aspx>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

BOHADANA, I. P. B. **Avaliação de Habitações de Interesse Social Rural, Construída com Fardos de Palha, Terra e Cobertura Verde, Segundo Critérios de Sustentabilidade**. 2007. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRITTO, C. C. **Análisis de Viabilidad y Comportamiento Energético de la Cubierta Plana Ecológica**. 2001. 878 f. Tesis (Doctorado en Construcción y Tecnología Arquitectónicas) – Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

DAUDT, P. D. **Bioconstrução em Terra Crua**: a utilização de técnicas de autoconstrução com adobes e fardos de palha nas cidades de Picada Café e Sentinela do Sul-RS. 2006. 84 f. Trabalho de Conclusão (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

D'ELIA, R. Telhados Vivos. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 17, n. 114, p. 34-39, jul. 2009.

KREBS, L. F. **Coberturas Vivas Extensivas: Análise da utilização em Projetos da Região Metropolitana de Porto Alegre e Serra Gaúcha**. 2005. 179 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MASCARÓ, L; MASCARÓ, J. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre, 2002.

MENZ, Carlos Alberto. **Construção de Telhados Vivos: apresentação de casos de adaptação de técnicas construtivas europeias no Rio Grande do Sul**. 2004. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul.

MINKE, G. **Alternatives Bauen**. Grebenstein: Öko-Buchversand, 1980.

\_\_\_\_\_. **Techos Verdes:** planificación, ejecución, consejos prácticos. 2 ed. Montevideo: Fin de Siglo, 2004.

POUEY, M. T. F. **Estudo Experimental do Desempenho Térmico de Coberturas Planas:** vegetação e terraço. 1998. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SANTUCCI, J. Sustentabilidade: a construção fazendo a sua parte. **Conselho [CREA-RS] em Revista**, Porto Alegre, ano 3, n. 33, p. 15-19, maio 2007.

SASSI, P. **Strategies for Sustainable Architecture.** New York: Taylor & Francis, 2006.

SILVA, F. B. Telhado Verde Alveolar. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 18, n. 162, p. 74-77, set. 2010.

SPIRN, A. W. **O Jardim de Granito:** a natureza no desenho da cidade. São Paulo: Edusp, 1995.

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA. **Proyecto Hornero:** prototipo global de experimentación construcción con materiales naturales. Montevideo: Tandico, 2007.

VALESAN, M. **Percepção Ambiental de Moradores de Edificações Residenciais com Pele-Verde em Porto Alegre.** 2009. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

## **APÊNDICE A – Questionário da pesquisa**

## QUESTIONÁRIO SOBRE EDIFICAÇÕES COM COBERTURA VERDES

### 1 CARACTERÍSTICAS QUANTO À LOCALIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

1.1 Você considera que sua edificação está inserida em uma região que atinge temperaturas muito frias no inverno?

SIM                       NÃO

1.2 Você considera que sua edificação está inserida em uma região que atinge temperaturas muito quentes no verão?

SIM                       NÃO

1.3 Como você qualifica a segurança contra roubo e assaltos no seu bairro?

ÓTIMA     BOA         REGULAR         RUIM         PÉSSIMA

1.4 Como você qualifica a localização da sua edificação quanto à acessibilidade e à proximidade de locais importantes para o seu dia-a-dia?

ÓTIMA     BOA         REGULAR         RUIM         PÉSSIMA

1.5 Como você qualifica o nível de ruído no entorno da sua edificação?

ÓTIMO     BOM         REGULAR         RUIM         PÉSSIMO

### 2 CARACTERÍSTICAS QUANTO À CONCEPÇÃO DA EDIFICAÇÃO

2.1 Antes de ter em sua edificação uma cobertura verde você possuía algum receio quanto ao surgimento de possíveis problemas de impermeabilização e umidade?

SIM                       NÃO

2.2 Antes de ter em sua edificação uma cobertura verde você possuía algum receio quanto à atratividade de insetos e animais indesejados?

SIM                       NÃO

2.3 Você já havia estado em uma edificação com cobertura verde antes de possuir uma cobertura verde em sua casa?

SIM                       NÃO

2.4 Você possui outros tipos de vegetação em algum outro lugar dentro de sua casa além dos presentes em sua cobertura verde?

SIM                       NÃO

2.5 Você já executou algum tipo de reforma em sua cobertura verde, como reposição de vegetação ou reparo na impermeabilização?

SIM                       NÃO

2.6 Através de que modo você considera que tenha surgido a principal motivação para sua escolha pelo uso de uma cobertura verde? (ESCOLHA APENAS UMA RESPOSTA)

De algum conhecido, amigo ou familiar

De algum profissional executor deste tipo de técnica

De algum artigo de revista, programa de televisão ou site na internet

Do contato com uma edificação que já possuía uma cobertura verde

De idéia própria, por disponibilidade e semelhança com outros tipo de revestimentos

Outro. Qual? \_\_\_\_\_

### 3 CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO QUANTO À HABITABILIDADE

3.1 Como você avalia a aparência estética da sua edificação?

ÓTIMA     BOA         REGULAR         RUIM         PÉSSIMA

3.2 Como você considera a inserção da sua casa no contexto arquitetônico onde ela se encontra?

ÓTIMA    BOA    REGULAR    RUIM    PÉSSIMA

3.3 Como você acredita que seja a opinião de outras pessoas sobre a aparência estética de sua edificação?

ÓTIMA    BOA    REGULAR    RUIM    PÉSSIMA

3.4 Como você avalia o isolamento térmico de sua casa durante o inverno?

ÓTIMO    BOM    REGULAR    RUIM    PÉSSIMO

3.5 Aproximadamente com que frequência durante os meses de inverno você utiliza o forno/lareira de sua edificação?

Diariamente    Duas vezes por semana    Uma vez por semana

Duas vezes por mês    Uma vez por mês    Não utiliza

3.6 Como você avalia que seja o isolamento térmico de sua casa no verão?

ÓTIMO    BOM    REGULAR    RUIM    PÉSSIMO

3.7 Você possui em sua edificação e faz uso de algum tipo de sistema de refrigeração, como ar condicionado ou ventilador?

SIM    NÃO

#### 4 SATISFAÇÃO QUANTO AO USO DA EDIFICAÇÃO

4.1 Quais dos animais abaixo você considera a presença dentro e no entorno de sua edificação como sendo indesejada?

Formiga    Borboleta    Abelhas    Rato

Aranha    Mosca    Cupim    Pássaro

Barata    Lagartixa    Gafanhoto    Outro: \_\_\_\_\_

4.2 Você usa sua cobertura como para o plantio de flores ou hortaliças?

SIM                       NÃO

4.3 Quais dos animais abaixo você já observou dentro e no entorno de sua edificação?

Formiga               Borboleta               Abelhas               Rato  
 Aranha               Mosca               Cupim               Pássaro  
 Barata               Lagartixa               Gafanhoto               Outro: \_\_\_\_\_

4.4 Quais das opções abaixo você considera como sendo as principais vantagens do uso de uma cobertura verde em sua residência? (INDICAR 5, NUMERANDO EM ORDEM DE PREFERÊNCIA, COMEÇANDO PELA MAIS IMPORTANTE)

- Diminuição do escoamento da água da chuva
- Uso da cobertura como jardim
- Baixo custo de manutenção
- Baixo custo de implantação
- Isolamento térmico
- Isolamento acústico
- Aparência estética
- Presença de elementos vegetais
- Redução da formação de ilhas de calor
- Filtragem de particulados do ar
- Outro. Qual? \_\_\_\_\_

4.5 Você aplica em sua cobertura verde algum tipo de manutenção como os citados a baixo:

PODA		REGA		ADUBAGEM	
<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO

4.6 Você considera trabalhosa ou cara a manutenção de sua cobertura?

SIM                       NÃO

4.7 Qual você considera como sendo a principal desvantagem para o uso de coberturas verdes em sua residência?(ESCOLHA APENAS UM RESPOSTA)

Necessidade de conservação, como rega, poda e adubagem

Pouca disponibilidade de executores deste tipo de técnica

Atratividade de insetos e animais indesejados

Desaprovação das características estéticas da cobertura por terceiros

Presença de umidade devido à vegetação

Outro. Qual? \_\_\_\_\_

4.8 Como você considera o seu nível de satisfação com o uso de sua cobertura verde?

ÓTIMO     BOM         REGULAR         RUIM         PÉSSIMO

4.9 Você recomendaria o uso de coberturas verdes como a presente em sua edificação para outras pessoas?

SIM                       NÃO

4.10 Se você fosse conceber novamente sua edificação você aplicaria nela também uma cobertura verde?

SIM                       NÃO