

## 3

### Metodologia

Neste capítulo serão apresentados:

- A metodologia adotada para este trabalho que orientou a revisão bibliográfica, objeto do primeiro capítulo, e o estudo de caso.
- As premissas que foram base para o desenvolvimento da estratégia de renovação e as ações desta pesquisa.
- Orientações de conforto ambiental para projetos no clima do Rio de Janeiro e que serão consideradas para a composição das soluções que serão apresentadas no próximo capítulo.

#### 3.1

##### Divisão e Passos da Tese

Na composição do texto foram desenvolvidas as seguintes atividades:

##### Levantamento Bibliográfico

Levantamento Bibliográfico da evolução da habitação multifamiliar no Rio de Janeiro, verificação das diferenças entre as legislações e técnicas construtivas anteriores e atual, da construção sustentável e sua inclusão no setor da construção, das melhores práticas em relação à renovação de edifícios, no Brasil, bem como de exemplos de referência.

##### Estudo Exploratório

Pesquisas sobre o tema e os problemas identificados pela presença em cursos, eventos, congressos e palestras relacionados ao tema de construção sustentável, certificações e etiquetagens. Visitas a potenciais edifícios e quadras para desenvolvimento do estudo de caso. Pesquisa de técnicas e equipamentos para levantamento de condições de conforto. Identificação das orientações existentes para projetos no clima do Rio de Janeiro. Identificação de soluções possíveis a partir dessas orientações para o clima do Rio de Janeiro.

##### Entrevistas

Entrevistas e depoimentos junto a profissionais e especialistas no Brasil e exterior para obtenção de dados, com usuários e agentes da construção civil

para identificar barreiras no Brasil e no exterior, com síndicos e moradores de edifícios da quadra selecionada.

### **Estudos de Caso**

Definição do(s) objeto(s) para estudos, pesquisas e aplicação das soluções levantadas.

## **3.2**

### **Pontos Importantes de Evolução**

Neste subcapítulo serão apresentadas as premissas para as estratégias propostas por este trabalho.

#### **Definição do Objeto para o Estudo de Caso**

Para o objeto do estudo de caso algumas possibilidades foram analisadas:

- Prédios de projetos conhecidos.
- Prédios projetados pelo escritório Mario de Mattos Bezerra, no qual o autor desta tese atuou por mais de 20 anos.
- Adotar prédios comuns na cidade com variáveis entre tipologias como, por exemplo, afastados e não afastados.

Foi definida a adoção de edifícios com tempo de construção que justificassem a renovação dos mesmos, em bairros consolidados e com ênfase na tipologia de não afastados.

#### **Diagnóstico**



Um diagrama horizontal com um fundo cinza escuro. À esquerda, a palavra "DESCONHECIDO" em letras maiúsculas brancas. À direita, a palavra "CONHECIDO" em letras maiúsculas brancas. No centro, entre as duas palavras, há um símbolo de seta maior (>) também em branco.

Figura 42 – A evolução do conhecimento do objeto na realização de obras de renovação (fonte: Autor).

Na execução de renovações em qualquer escala, de apartamentos e salas comerciais a edifícios é fundamental para a boa elaboração de projetos e obras. A partir do comentário de um experiente engenheiro em obras de reformas<sup>1</sup> que evidencia o nível de informação do objeto que evolui durante a execução de uma obra quando se parte do desconhecido para o conhecido. É relevante que esse

<sup>1</sup> Engenheiro Carlos Henrique Villela.

conhecimento completo, na maior parte das vezes, somente ocorre quando da conclusão dos serviços desenvolvidos.

Possuir o máximo de informações sobre as quadras e respectivos edifícios a serem renovados será importante para a elaboração de uma política efetiva que atinja os amplos objetivos relacionados à sustentabilidade e melhoria na qualidade de vida de moradores e, conseqüentemente, de bairros e cidades.

### **Alteração de Escala: do Edifício para a Quadra**

A visão foi de que a renovação conjunta de um grupo de prédios com tipologias, datas e técnicas de construção semelhantes pode ser um diferencial para esta proposta. Com isso definiu-se que o estudo de caso poderia se basear em uma quadra que tivesse potencial de replicar a mesma solução para um setor da cidade.

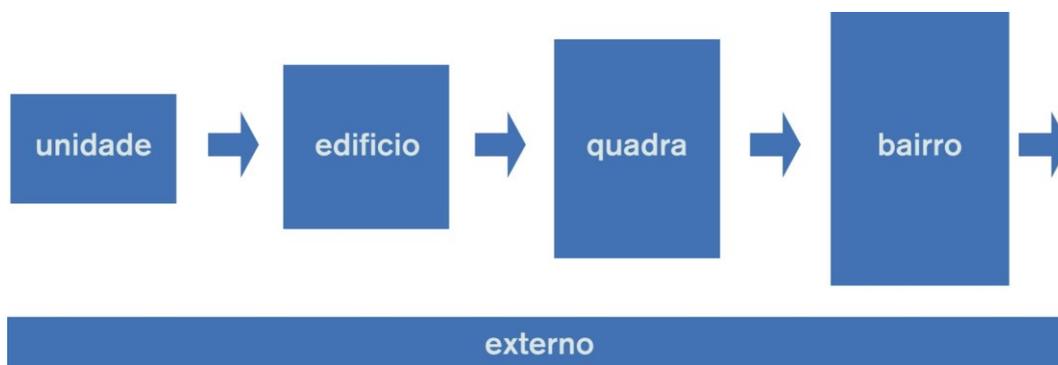


Figura 43 – Escalas de projeto e de aplicação das soluções (fonte: Autor).

### **Atenção a Aspectos Sociais**

O foco deste tópico é a participação dos usuários dos edifícios envolvidos. Ouvir os moradores das quadras para recolher opiniões relacionadas a aspectos positivos e negativos, assim como para a preparação do programa de necessidades para elaboração dos projetos para as alterações.

### **Soluções de Baixos Impactos a Moradores**

As soluções da presente proposta serão aplicadas, preferencialmente, de forma externa à edificação visando reduzir interferências em apartamentos, se encaixando nos edifícios<sup>2</sup>, utilizando componentes pré-fabricados (minimizando impactos no local da obra), visando uma escala industrial. A ideia é que

---

<sup>2</sup> Tipo “plug and play”.

moradores permaneçam em suas moradias com possibilidade de expansão de projetos, para o interior de suas unidades, por opção dos mesmos.

### **Modelo das Soluções para Renovação**

Focos das soluções que serão propostas nesta pesquisa para intervenções:

- Renovação a partir do envelope (envoltória) com foco no conforto ambiental e na redução de consumo de energia e água.
- Soluções que agreguem valor aos edifícios e as quadras nas áreas.
- Inclusão de novas áreas e/ou utilizações em edifícios ou quadras para viabilizar economicamente a proposta.

### **Elaboração de Soluções para renovação das quadras e respectivos edifícios**

Elaboração de Soluções que permitam a reflexão do potencial de renovação das quadras e respectivos edifícios. A partir de pesquisas bibliográficas, visitas a exemplos em cidades, consultas a especialistas foram elaboradas as soluções que serão apresentadas no Estudo de Caso com os seguintes itens:

**Conceitual:** Definições e principais benefícios.

**Exemplos:** Casos de sucesso das soluções.

**Aplicação no Estudo de Caso:**

**Objeto:** Endereço do imóvel ou edifício adotado para a solução.

**Descrição:** Demonstração da solução no Estudo de Caso através de desenhos e esquemas que permitam o entendimento da solução proposta e sua inclusão.

**Visualização da Solução:** Visualizações da solução proposta.

**Barreiras:** Identificação de barreiras construtivas, financeiras, sociais e/ou ambientais, assim como itens de resistência de moradores dos edifícios envolvidos às soluções.

**Comentários:** Para uma visão geral das soluções e respectivas influências com a indicação de abrangências e relações com as diversas soluções (envelope, energia e água).

**Análise a partir da Legislação:** Análise da solução considerando barreiras e/ou incentivos da legislação edilícia do Município do Rio de Janeiro.

**Potencial de pontuações em Certificações:** Análise da solução considerando potenciais pontuações em certificações de construções sustentáveis.

Na evolução do modelo para visualização das escalas de propostas em soma com as soluções chegou-se a seguinte figura para síntese:

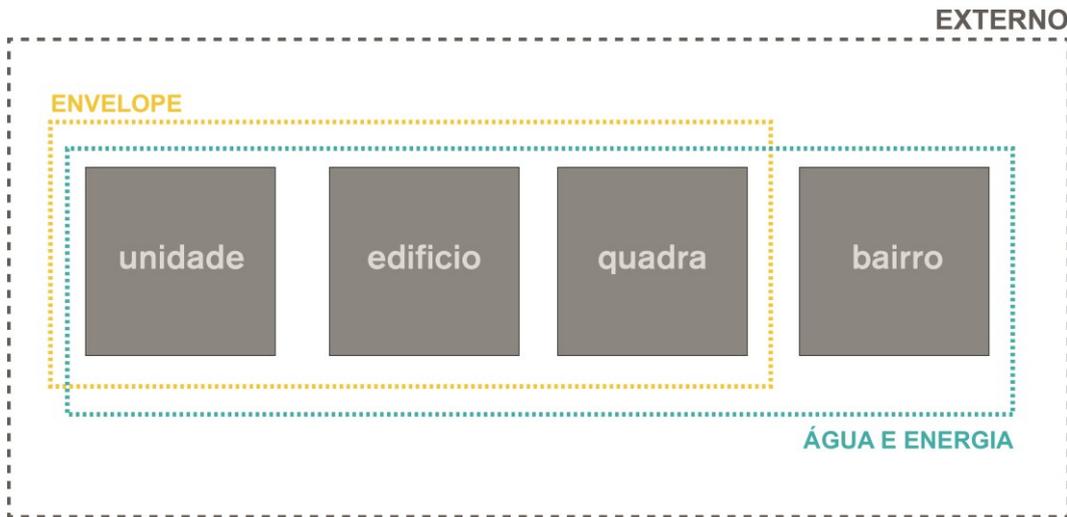


Figura 44 – Escalas e Tópicos das Soluções (fonte: Autor).

### 3.3

#### Orientações para Projetos no Rio de Janeiro

Neste subcapítulo serão apresentadas orientações para projetos no Rio de Janeiro que serão adotadas no desenvolvimento deste trabalho.

Como já apresentado, a cidade está na Zona Bioclimática 8, que é determinante para algumas das estratégias que serão citadas.

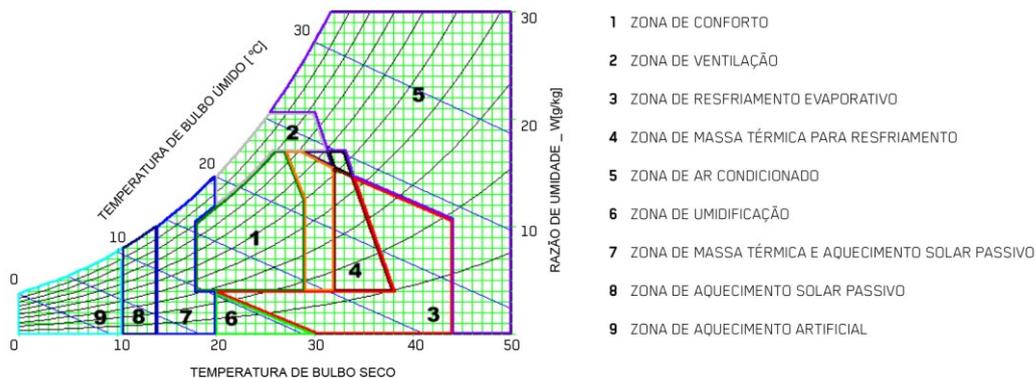


Gráfico 3 – Carta bioclimática com as estratégias indicadas para Rio de Janeiro (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997 p.124).

Na carta bioclimática para o Rio de Janeiro (acima), a concentração de pontos está principalmente nas regiões de massa térmica para aquecimento, ventilação e conforto térmico, com alguns pontos localizados na região de ar condicionado. Um projeto arquitetônico deve considerar duas principais estratégias (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997 p.124):

1. Ventilação (57%);
2. Massa térmica para aquecimento e aquecimento solar (14,8%).

CONFORTO					20.3
DESCONFORTO	Calor	Ventilação	57	64.4	79.6
		Resfriamento Evaporativo	0		
		Massa térmica para Resfriamento	0.1		
		Ar Condicionado	3		
		Ventilação, Massa térmica para Resfriamento	0.4		
		Ventilação, Massa térmica para Resfriamento, Resfriamento Evaporativo	3.6		
		Massa térmica para Resfriamento, Resfriamento Evaporativo	0.1		
	Frio	Massa térmica para Aquecimento / Aquecimento Solar	14.8	15.1	
		Aquecimento Solar	0		
		Aquecimento Artificial	0.2		

Tabela 7 – Estratégias bioclimáticas para o Rio de Janeiro (%) (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997 p.125).

Importante salientar a contradição entre as duas principais estratégias – ventilação e massa térmica para aquecimento –, assim como o conceito de “ilha de calor”. O componente calor parece estar sendo subestimado devido as medições terem sido realizadas em condições distintas as do ambiente urbano. Porém, a partir da tabela de percentuais (acima), uma arquitetura elaborada visando maior ventilação natural permitirá conforto térmico em 61%<sup>3</sup> das horas do ano, correspondentes a quase totalidade das horas em que há desconforto causado pelo calor. O acionamento de aparelhos de ar condicionado será necessário em apenas 3% das horas do ano. Como a ventilação é uma das três estratégias para a interseção no gráfico a seguir, pode-se assegurar que sua inclusão em projetos dispensa a utilização de massa para resfriamento evaporativo (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997 p.124-125).

<sup>3</sup> 57% + 0,4% + 3,6%.

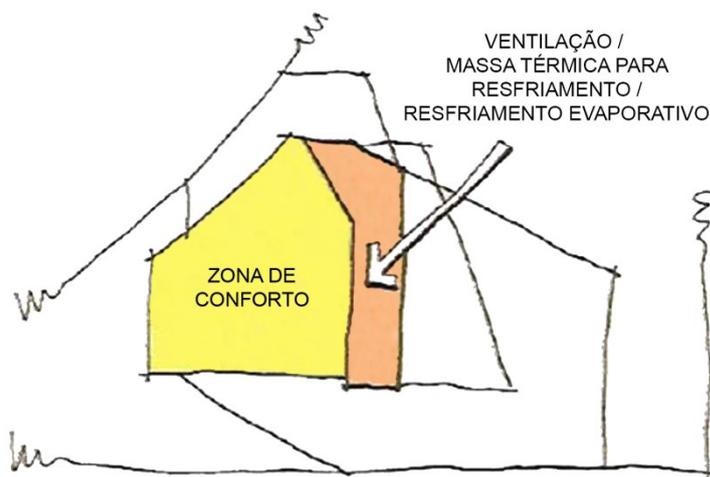


Gráfico 4 – Zona de Conforto gerada pela interseção entre áreas de  $V^4$ ,  $MR^5$  e  $RE^6$  (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997 p.125).

Em relação às paredes, a NBR 15220<sup>7</sup> – Parte 3 define que as alvenarias e as coberturas devem ser “leves e refletoras”.

Na NBR 15220 são as seguintes as orientações<sup>8</sup> para as aberturas para ventilação e respectivos sombreamentos para a Zona Bioclimática 8:

- Aberturas para ventilação: Grandes - A (em % da área de piso) > 40%<sup>9e10</sup>.
- Sombreamento das aberturas: Sombrear aberturas.

De acordo com a versão inicial da NBR-15.575, as áreas efetivas de ventilação devem totalizar 15% (em relação à área útil do ambiente), enquanto a última versão redefiniu em 8%<sup>11</sup> (para salas e quartos) essa mesma área. Porém, na legislação do Município do Rio de Janeiro a proporção é de 1/6 da área do ambiente para o vão de abertura (diferente do vão efetivo de ventilação<sup>12</sup>), o que corresponde a 16,66%.

As aberturas voltadas para radiação solar direta devem ser protegidas, evitando, no entanto, que as proteções sejam obstáculos aos ventos (FROTA; SCHIFFER, 2001 p.71).

<sup>4</sup> Ventilação.

<sup>5</sup> Massa Térmica para Resfriamento.

<sup>6</sup> Resfriamento Evaporativo.

<sup>7</sup> Norma de Desempenho Térmico de Edificações.

<sup>8</sup> Extraído da Tabela 22.

<sup>9</sup> Aberturas efetivas para ventilação são dadas em percentagem da área de piso em ambientes de longa permanência: cozinha, dormitórios e sala de estar.

<sup>10</sup> Extraído da Tabela C.1.

<sup>11</sup> Sendo 1/8 (correspondendo a 12.5%) para cozinhas e banheiros, sendo que esses podem ser ventilados e/ou iluminados mecanicamente.

<sup>12</sup> No caso da Legislação o vão de ventilação dependerá do desenho da esquadria.

Para um condicionamento térmico passivo para o Verão<sup>13</sup> deve ser adotada ventilação cruzada permanente que, no entanto, será insuficiente durante as horas mais quentes, quando deverão ser adotadas as seguintes estratégias de condicionamento térmico<sup>14</sup> (NBR 15220):

- Estratégia F: As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser alcançada com renovação do ar interno por ar externo pela ventilação dos ambientes.
- Estratégias I e J: A ventilação cruzada é obtida por meio da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também se deve atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o mesmo pode alterar significativamente a direção dos ventos.

Corbella e Yannas (2009 p.37-55) indicam as seguintes estratégias:

- Controlar os ganhos de calor para minimizar a energia solar que entra pelas aberturas, a energia solar absorvida pelas paredes externas e utilizar isolantes térmicos nas paredes que mais recebem sol.
- Dissipar a energia térmica do interior do edifício promovendo maior ventilação quando a temperatura externa for menor que a interna, combinando a ventilação noturna com a inércia do ar, transferindo o calor para áreas com temperatura menor do que o ambiente ocupado.
- Remover a umidade em excesso e promover o movimento de ar e sua renovação.
- Promover o uso da iluminação natural utilizando aberturas que deixem a luz natural entrar, mas não a radiação solar direta.
- Controlar o ruído utilizando elementos que dificultem a sua transmissão.

A pintura externa deve ser preferivelmente de cores claras que refletem mais a radiação solar reduzindo o calor que atravessa as paredes das fachadas (FROTA; SCHIFFER, 2001 p.74). Calçadas e pisos ao redor de edificações, além de não ser revestidas por materiais que reflitam a radiação solar ou armazenem calor, devem ser protegidas do sol para conforto do pedestre com

---

<sup>13</sup> Extraído da Tabela 24 da NBR 15220.

<sup>14</sup> Extraído da Tabela 25 da NBR 15220.

sombreamentos pela vegetação (preferencialmente), marquises e projeções de pavimentos de edifícios (p.73).

### 3.4

#### Métodos para o Desenvolvimento do Diagnóstico

Neste subcapítulo serão propostos levantamentos de dados para diagnósticos que serão replicadas em conjuntos de edifícios, quadras, setores de bairros e bairros.

Para definição dos pontos a serem levantados, adotou-se como base o tripé da sustentabilidade:

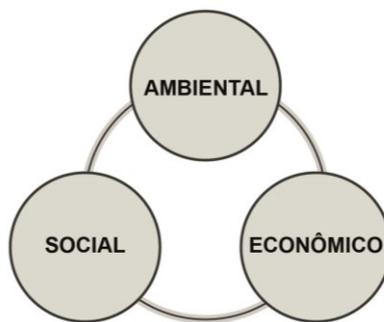


Figura 45 – Tripé da Sustentabilidade (fonte: Autor).

O tema Ambiental foi dividido em duas frentes de pesquisa: o espaço físico construído e os fatores de conforto internos e externos ao espaço construído.

De acordo com Nicols, Humphreys e Roaf (2012 p.89) quatro são as modalidades de medição para pesquisas de conforto:

- Medição física: temperatura, umidade e movimento do ar.
- Variáveis pessoais: isolamento de roupas e taxa metabólica.
- Medidas subjetivas: conforto térmico, preferência térmica, auto avaliação da produtividade, conforto global e outros.
- Comportamento: registros de medidas de adaptação como janelas abertas ou fechadas.

Para desenvolver o tema Social o entendimento do usuário, suas características e expectativas para moradia, assim como a atenção de absorver suas impressões e evitar impor modelos.

Em relação ao tema Econômico os focos serão os custos no consumo de recursos e eventuais desequilíbrios.

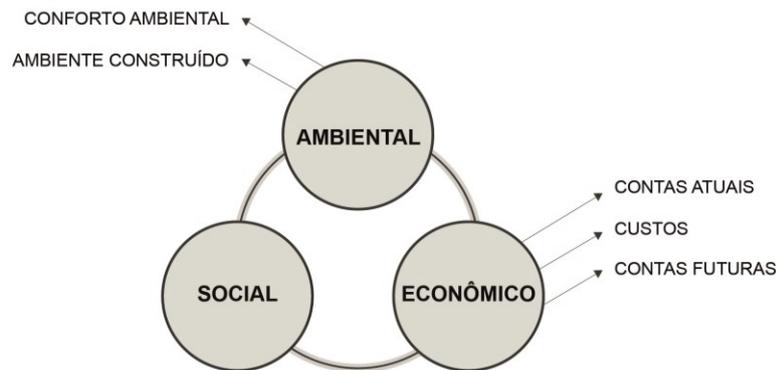


Figura 46 – Tripé da Sustentabilidade com os focos específicos do Diagnóstico (fonte: Autor).

Neste trabalho, serão desenvolvidos os temas Ambiental e Social, com o tema Econômico sendo levantado de forma inicial.

O diagnóstico e, conseqüentemente, este subcapítulo será assim dividido:

- Levantamento Físico: Para perfeito entendimento do objeto a ser renovado.
- Levantamento de Condições de Conforto: Para a verificação das mesmas em todas as escalas de projeto envolvidas.
- Levantamento de Aspectos Sociais: Entrevistas, questionários e depoimentos de moradores, síndicos, administradores e outros que possam contribuir para a identificação de problemas e demandas.

A ordem para as ações do diagnóstico foi definida pelo entendimento de que o conhecimento físico seria a primeira etapa, pois direciona a preparação das entrevistas e questionários. Quanto às duas etapas seguintes, podem acontecer simultaneamente com avanços e contribuições recíprocas.

### 3.4.1

#### Levantamento Físico

Para uma intervenção é fundamental ter o máximo de informações sobre o objeto. Esses dados correspondem a todos os elementos existentes no espaço construído.

Um dos desafios para início de intervenções é a obtenção de desenhos e dados que representem fielmente as construções existentes. Entre os documentos possíveis de serem utilizados:

- Projeto de Aprovação.

- Desenhos do “As Built”.
- Projeto de Execução.

No processo de aprovação de um projeto junto a Prefeitura o que primeiro se aprova é o projeto de arquitetura no nível de anteprojeto, com plantas diversas<sup>15</sup> impressas nas escalas exigidas. O projeto é submetido a confirmações, exigências, revisões, por parte das autoridades e seus representantes. Além do projeto de arquitetura, são exigidos e aprovados<sup>16</sup> projetos de instalações.

Quando da conclusão de obras, o conjunto de desenhos entregues, em geral aos condomínios e respectivos síndicos, denomina-se “As Built”<sup>17</sup> que deve corresponder ao que exatamente foi executado.

Seria natural que eventuais modificações e ajustes em apartamentos e áreas comuns de edifícios adotassem como base para seus desenvolvimentos desenhos de projetos aprovados para evolução dos mesmos. Mas não é isso que ocorre por dois principais motivos:

- Erros de execução: pequenas diferenças, muitas vezes imperceptíveis, mas relevantes para intervenções<sup>18</sup>.
- Alterações após a conclusão das obras: diversas alterações são desenvolvidas ao longo da história de um edifício e não são registradas e, principalmente, não atualizadas nos desenhos arquivados pelos órgãos competentes<sup>19</sup> ou pelos condomínios<sup>20</sup>.

Outro aspecto são as técnicas de elaboração dos desenhos que são apresentados e entregues em plantas impressas, porém grande parte dos escritórios de arquitetura e/ou arquitetos desenvolvem os mesmos utilizando programas de desenho CAD<sup>21</sup>. O desenho com auxílio no computador é uma ferramenta que facilitou a tarefa do projetista no que se refere à exatidão de desenhos e dados como dimensões e medidas. No entanto, como mencionado, projetos são arquivados<sup>22</sup> em cópias impressas.

---

<sup>15</sup> Para a Prefeitura do Município do Rio de Janeiro são exigidos: planta de situação, plantas baixas dos pavimentos, cortes e fachada(s).

<sup>16</sup> Por órgãos responsáveis da Prefeitura.

<sup>17</sup> Engloba arquitetura, instalações e sistemas estruturais.

<sup>18</sup> Exemplos: ajustes efetivados durante as obras, dimensões de ambientes e ângulos entre paredes.

<sup>19</sup> Normalmente órgãos de Prefeituras.

<sup>20</sup> Síndicos que são normalmente responsáveis pela “guarda” dos desenhos fornecidos.

<sup>21</sup> Computer-aided design.

<sup>22</sup> Sem padronizações e exigências de arquivos digitais que permitiriam atualizações posteriores.

Devido a esse cenário de inexatidão de dados diversos são necessários os levantamentos arquitetônicos para registros dos dados das edificações e que podem ser desenvolvidos de duas principais maneiras:

- Manuais: Com uso de instrumentos<sup>23</sup> para levantamento de medidas. As informações são anotadas manualmente em folhas e posteriormente repassadas para meios digitais.
- Com Equipamentos: Escaneamentos com a utilização de equipamentos para o levantamento de medidas, ambientes e fachadas para posterior organização e registros de dados em programas de computador.

O levantamento pelo método manual tem na complexidade, escala e forma da edificação itens que determinarão tempo e equipe para desenvolvimento dos trabalhos. Trata-se de uma tarefa extremamente meticulosa que depende de diversas revisões. Os desenhos são gerados em versões e constantes conferências somente possíveis na edificação objeto do trabalho.

A técnica de medição direta consiste na elaboração de croquis (ou esboço) dos objetos a serem levantados, sobre os quais são anotadas as grandezas angulares e lineares correspondentes. É tradicionalmente executada com o auxílio de instrumentos simples de medição linear (trenas, escalas), de dispositivos de controle da verticalidade (fios de prumos de face e de centro) e da horizontalidade (níveis de mangueira e de pedreiro). Existem também instrumentos de medição automatizados, como as trenas e os goniômetros eletrônicos, que apresentam algumas vantagens em relação aos recursos convencionais: facilidade para a leitura e registro dos dados, precisão e velocidade na aquisição dos dados. (AMORIM; GROETELLARS, 2008)

Em relação ao método com auxílio de equipamentos, a exatidão de informações de dimensionamentos internos e em fachadas é maior, bem como a velocidade. Um outro grande desafio é a existência de mobiliário (exemplo: armários fixos) que, em diversos casos, dificulta ou impossibilita o uso deste método. O escaneamento viabiliza esse registro e documentação.

Um das técnicas possíveis é a utilização de escaneamento a laser. A seguir uma definição da mesma:

3D Laser Scanning: Constitui a mais moderna e poderosa ferramenta para a aquisição e tratamento de dados para levantamento de edificações. Esta tecnologia deve ser

---

<sup>23</sup> Como trenas, metros de carpinteiro, entre outros.

empregada para a documentação de edificações complexas. Os dados coletados são transferidos imediatamente para um computador, o qual possui um software específico para o processamento dos sinais emitidos e capturados, de modo a determinar no espaço a posição de cada um dos pontos a partir dos quais os raios são refletidos<sup>24</sup>. Há vários métodos empregados para transformar a nuvem de pontos em outros produtos (AMORIM; GROETELLARS, 2008).

Um procedimento que complementa as atividades de levantamento é a fotografia que permite documentar e/ou resgatar antigos elementos e componentes de arquitetura e verificar, quando na fase de concepção dos desenhos (na passagem das informações levantadas para meios digitais<sup>25</sup>). Como complemento ao uso da fotografia pode ser mencionada a Fotogrametria Digital.

Fotogrametria Digital: A fotogrametria é uma técnica que permite extrair das fotografias as formas, as dimensões e as posições dos objetos. A representação da forma dos objetos geometricamente correta e precisa pode ser feita apenas com a utilização de uma câmera fotográfica – digital, de vídeo, métrica, ou mesmo máquina fotográfica comum – e uma posterior restituição fotogramétrica via computador, realizada por um software específico. (AMORIM; GROETELLARS, 2008)

Em relação às instalações, muitas vezes determinantes para a opção de execução de reformas, e estruturas, todos em grande parte não aparentes, é muito limitada e há uma grande dificuldade de levantar componentes, posições e respectivos dimensionamentos.

Segundo Vieira (2013) para estruturas, o principal problema é que quando os prédios são concluídos, uma documentação consistente costuma ser passada ao condomínio que, na maior parte das vezes, não a preserva. Para confirmação das soluções estruturais, mesmo detectando-se a geometria e o desenho da estrutura, o levantamento das armações é extremamente trabalhoso<sup>26</sup>.

Em relação as ferramentas de desenho e de projeto está em curso no momento a inclusão do conceito BIM<sup>27</sup> na área de AEC<sup>28</sup>. O conceito BIM, que automatiza aspectos da produção de desenho tradicional, enfatiza a fase de concepção, automatiza verificações<sup>29</sup>, simulações de custo, aplicações e melhorias na

---

<sup>24</sup> Nuvem de pontos.

<sup>25</sup> No caso de utilização de software para desenho.

<sup>26</sup> Exigindo abertura de diversos trechos de paredes e pilares para verificações.

<sup>27</sup> Building Information Modeling.

<sup>28</sup> Arquitetura, Engenharia e Construção.

<sup>29</sup> Por exemplo, de interferências espaciais.

visualização e comunicação<sup>30</sup> em todas as fases do projeto, agilidade no atendimento da legislação<sup>31</sup>, processos mais sustentáveis de construção<sup>32</sup> e que equipes atuem simultaneamente e de forma remota (EASTMAN et al., 2011).

O potencial de simulação de edificações com o uso de ferramentas (softwares) é um dos aspectos mais promissores do conceito BIM facilitando ajustes e modificações após a conclusão das obras e renovações futuras.

### 3.4.2

#### Levantamento de Condições de Conforto Ambiental

##### Introdução

O levantamento de conforto em um ambiente construído viabiliza o entendimento das condições de edifícios e respectivos contextos urbanos cada vez mais diversos com microclimas originados pelo acúmulo de novos edifícios no entorno. A combinação entre fatores internos e externos e as reações de usuários<sup>33</sup> são determinantes para a sensação das pessoas no interior de edifícios.

Entre os dados passíveis de levantamentos podem ser citados temperatura, umidade, velocidade e sentido do vento, luminosidade e ruídos. Para essas pesquisas são utilizados dispositivos que efetuam leitura e armazenamento de dados pelos períodos julgados necessários.

Para projetos são cada vez mais utilizados programas de simulações que permitem entender as reações de futuros de edifícios ao clima local e, ainda na fase de projeto e eventuais ajustes. O mesmo se aplica a edificações existentes. No entanto, no caso das edificações existentes, para a verificação com perfeição das condições de conforto ambiental, o levantamento das condições de conforto, é elemento chave (LANG, 2012).

---

<sup>30</sup> A visualização em 3D facilita a comunicação entre os diversos atores de um projeto: proprietários, arquitetos e seus consultores, empreiteiros, construtores, operadores e usuários.

<sup>31</sup> Com aplicativos que permitem verificações imediatas.

<sup>32</sup> Alto desempenho com menos desperdícios e menor risco em comparação a métodos tradicionais.

<sup>33</sup> Atividades, vestuário, entre outros.

A complementaridade entre dados climáticos de ambientes externos – ou imediatamente próximos a fachadas – aos de ambientes internos resultam em muitas das sensações de conforto de usuários.

Como já comentado, o conhecimento das condições climáticas externas às edificações é importante, requisito básico para cálculos simplificados de consumo de energia, simulações e projetos de sistemas como de ar condicionado. No entanto, dados meteorológicos, quando disponíveis, não estão formatados para o desenvolvimento de projetos e por essa razão não utilizados. A climatologia, em países em desenvolvimento, direciona-se principalmente aos setores de aviação e agricultura (GOULART; LAMBERTS, FIRMINO, 1998).

Como será mencionado na sequência do texto, pela ausência de estações meteorológicas, há poucos dados disponíveis na cidade do Rio de Janeiro.

## Equipamentos

Para a efetivação dos levantamentos devem ser utilizados equipamentos para registro das condições de conforto nos apartamentos e edifícios existentes. Para a definição dos dados a serem obtidos e respectivos equipamentos foram efetivadas as seguintes etapas, a partir de contribuições do coorientador na etapa de pesquisa no exterior<sup>34</sup>:

- Definição de um apartamento típico<sup>35</sup> para análises iniciais.
- Seleção de tópicos de conforto<sup>36</sup>, a partir das orientações para o clima do Rio de Janeiro<sup>37</sup>, não atendidos no apartamento. Para esta definição também foram elaboradas, em versão preliminar, algumas soluções para confirmação dos itens de conforto.
- A partir destes tópicos definidos itens de conforto para verificação e seleção dos equipamentos adequados.

Foi adotado um apartamento<sup>38</sup> de fundos do edifício<sup>39</sup> à Rua Aires Saldanha, 34.

---

<sup>34</sup> Professor Werner Lang da Technische Universität München.

<sup>35</sup> Na quadra definida e que será apresentada no próximo capítulo do texto.

<sup>36</sup> Por exemplo: temperatura, umidade, luminosidade e vento.

<sup>37</sup> Item 3.3.

<sup>38</sup> Da quadra objeto do estudo de caso que será apresentada no próximo capítulo.

<sup>39</sup> Da quadra do Estudo de Caso.

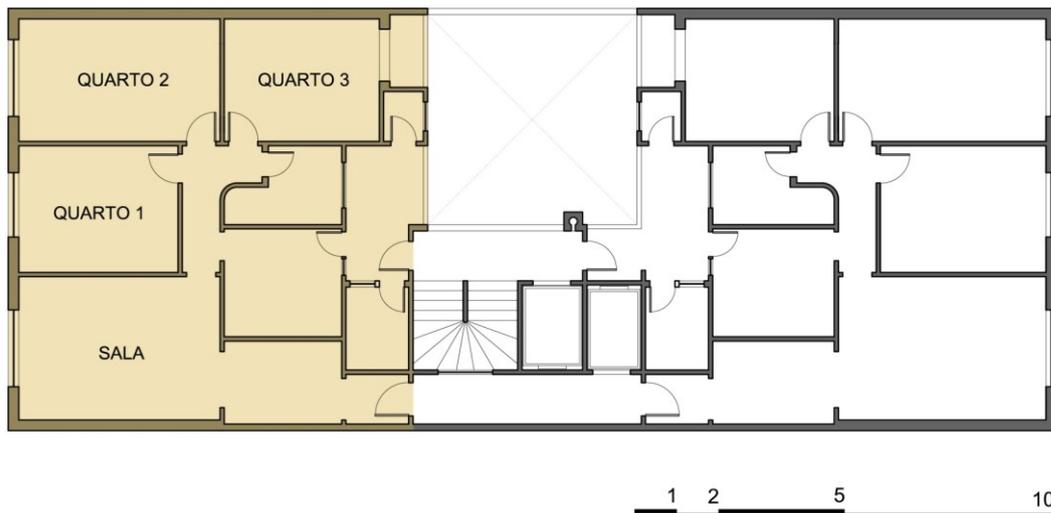


Figura 47 – Planta Baixa do Pavimento Tipo do edifício Rua Aires Saldanha, 34 – indicação do apartamento adotado como modelo (fonte: Concepção Autor e Desenho Foidelli).

A partir de observações de potenciais tópicos com base nas orientações para o clima do Rio de Janeiro<sup>40</sup> foram idealizadas soluções iniciais para o apartamento:

- Revisão da área de ventilação efetiva<sup>41</sup> (esquadrias): Adoção das áreas de 15% da área do ambiente com substituição das esquadrias.
- Ventilação noturna: Esquadrias que permitam a ventilação noturna.
- Proteção para insolação (dependendo da exposição das fachadas): Inclusão de elementos externos que não interfiram na circulação de ar e na ventilação noturna.
- Renovação e circulação de ar: Para renovação e ventilação permanente de ambientes.
- Ventilação cruzada: Permanente no verão.

Para verificar as condições de microclima externas aos apartamentos (junto às fachadas dos mesmos) e no nível (altura) das respectivas aberturas<sup>42</sup> foi definida a utilização de uma estação meteorológica de pequenas dimensões que viabilizasse a fixação em fachadas e fácil instalação.

Foram selecionados os seguintes dados para levantamento interno: temperatura, umidade, radiação, luz natural, velocidade e direção do vento.

<sup>40</sup> Item 3.3.

<sup>41</sup> Solução desenvolvida no Item 4.3.

<sup>42</sup> Janelas e Esquadrias.

## Equipamentos

Os equipamentos serão descritos a seguir com as respectivas funções e quantidades<sup>43</sup>:

### *Para uso interno*

- Data Logger U12-012 (4 unidades): Para levantamento e armazenamento digital<sup>44</sup> de temperatura, umidade, luminosidade e mais um item, por um canal externo, aberto para informação adicional. Estes dispositivos são de pequenas dimensões e de fácil instalação<sup>45</sup>.



Figura 48 – Data Logger U12-012 (fonte: Website Onset<sup>46</sup>).

- Sensor de Velocidade de Vento (Air Velocity Sensor) – T-DCI-F900-S-O (1 unidade<sup>47</sup>): Para conexão a um dos Data Logger (no canal externo<sup>48</sup>) com possibilidade de alternância entre os mesmos.



Figura 49 – Sensor de Velocidade de Vento (fonte: Website Onset<sup>49</sup>).

<sup>43</sup> Que serão justificadas na sequência.

<sup>44</sup> Com capacidade que depende dos intervalos de coleta de dados (exemplos: de minuto em minuto ou de hora em hora) e do período pretendido (em função da definição é necessário baixar os dados do mesmo em momentos durante a pesquisa) para posterior leitura em formato de gráfico ou de planilha Excel.

<sup>45</sup> Dispensam o uso de tomadas, sendo alimentados por baterias.

<sup>46</sup> <http://www.onsetcomp.com/>. Acesso em fevereiro de 2013.

<sup>47</sup> No caso desta pesquisa foi definida a inclusão de apenas um equipamento pelo valor de compra deste sensor.

<sup>48</sup> Ver definição do Data Logger U12-012.

<sup>49</sup> <http://www.onsetcomp.com/>. Acesso em fevereiro de 2013.

### Para uso interno e externo

- Data Logger H21-002 (1 unidade): Para levantamento da radiação. Este dispositivo armazena os dados de forma semelhante ao Data Logger U12-012.



Figura 50 – Data Logger H21-002 (esquerda e centro) e o sensor de radiação (direita) (fonte: Website Onset<sup>50</sup>).

### Para uso fora do local de pesquisa (em escritório) e/ou atualizações de dados no desenvolvimento das pesquisas

- Software BHW-PRO<sup>51</sup>: De fácil aprendizado é utilizado para configuração<sup>52</sup> e coleta de dados dos Data Logger e aferição de todas as condições levantadas.

### Para uso externo

- Estação Meteorológica WS-2812: É um estação sem fio (wireless) com sensores para armazenamento dos seguintes dados: velocidade e direção do vento, temperatura e umidade do ar, pressão barométrica e chuva.



Figura 51 – Estação Meteorológica WS-2812 (fonte: Website da Lacrosse<sup>53</sup>).

Nota: Na presente pesquisa não foi incluído o dispositivo de direção de vento<sup>54</sup>.

<sup>50</sup> <http://www.onsetcomp.com/>. Acesso em fevereiro de 2013.

<sup>51</sup> Programa de computador.

<sup>52</sup> Intervalos de coleta de dados, unidades, entre outros.

<sup>53</sup> <http://www.lacrossetechnology.com/2812/>. Acesso em fevereiro de 2013.

<sup>54</sup> Pelo alto custo para a compra.

## Equipamentos no apartamento<sup>55</sup> definido como modelo

O próximo passo foi estabelecer o quantitativo mínimo de equipamentos para o apartamento utilizado como modelo.

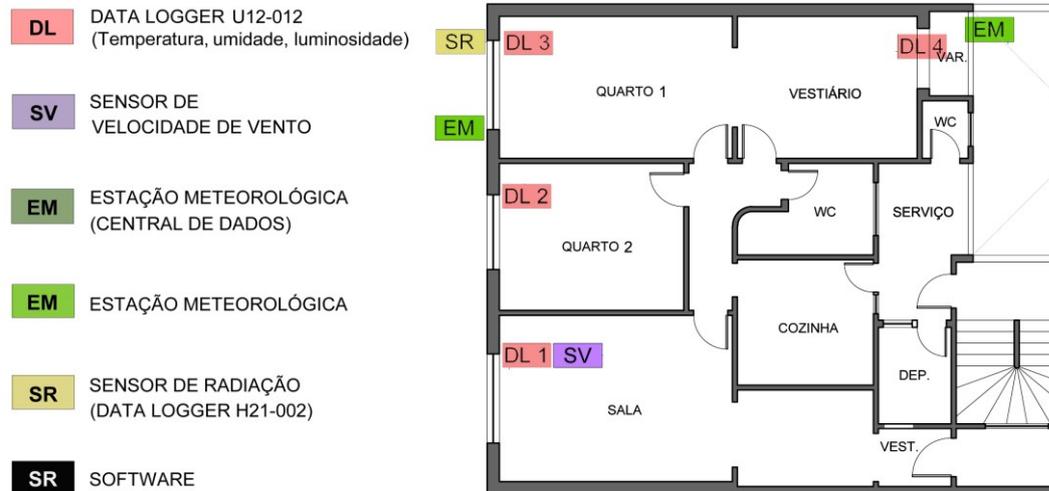


Figura 52 – Planta do apartamento adotado como modelo com indicação dos equipamentos (fonte: Concepção Autor e Desenho Foadelli).

## Variáveis e Cenários

Um dos desafios, para o levantamento de dados de conforto, são os cenários e acionamentos que usuários efetivam no dia a dia como, por exemplo:

- Janelas fechadas (folhas de vidro ou venezianas) ou abertas (parcial ou totalmente).
- Equipamentos ligados ou desligados como: ar-condicionado (em que intensidade), ventiladores (modelos e velocidade) e fogão.
- Quantidade de pessoas, atividades desenvolvidas e a percepção dos ocupantes.

As soluções para registro dos cenários são diversas, mas a colaboração de usuários fundamental com complementaridade entre dados obtidos.

## Estratégias para registro das variáveis e cenários

Em pesquisa de comportamento, conforto e consumo de energia entre dois edifícios de moradia para estudantes da Universidade de Oregon desenvolvida por Collins (2010)<sup>56</sup>, foram adotadas três metodologias de investigação:

<sup>55</sup> Do edifício a Rua Aires Saldanha, 34.

<sup>56</sup> A Research Protocol for a Field Study of Behavior, Comfort, and Energy Consumption in Student Residence Halls.

levantamento online junto aos moradores<sup>57</sup>, instalação de equipamentos<sup>58</sup> para verificação das condições de conforto dentro dos edifícios e respectivos ambientes e coleta de informações quanto ao consumo de eletricidade (COLLINS, 2010).

Collins (2010) desenvolveu pesquisa online<sup>59</sup> de curta duração<sup>60</sup> com questões de múltipla escolha divididas em sessões: percepções e rotinas nos quartos, percepções e rotinas em espaços comuns nos edifícios e experiências nas unidades residenciais.

Figura 53 – Exemplo de consulta da página na internet da pesquisa online (fonte: COLLINS, 2010).

Em paralelo, para registros dos dados, foram utilizados equipamentos que podem ser considerados invasivos, de acordo com Collins (2010). Para inclusão dos mesmos foram efetivadas consultas para concordância de instalação dos dispositivos aos moradores.

Nicols, Humphreys e Roaf (2012 p.111) no livro “Thermal Comfort: Principles and Practice” apresentam, como parte da estratégia para levantamentos, um modelo de formulário<sup>61</sup> a ser preenchido por moradores. A partir deste modelo proposto

<sup>57</sup> Para entendimento das percepções de condições de conforto por parte dos mesmos.

<sup>58</sup> Data logger.

<sup>59</sup> De baixo custo e com anonimato dos respondentes pelo site da SurveyMonkey <http://pt.surveymonkey.com/>, empresa que oferece serviços com diversos modelos de questionários para pesquisas em diversas áreas de conhecimento.

<sup>60</sup> Duas semanas.

<sup>61</sup> No livro citado.

foi elaborado um com algumas adaptações para esta pesquisa<sup>62</sup> com os seguintes itens:

- Sensação (térmica): “No momento sinto que está ...”.
- Preferência: “No momento preferia que estivesse ...”.
- Vestuário.
- Atividades: Descrição das atividades desenvolvidas nos últimos 30 minutos.
- Tabela de Acionamentos: se relaciona ao estado de ligado / aberto ou aberto / fechado para janelas, cortinas, portas, ventiladores e aparelhos de ar-condicionado.

Para o desenvolvimento de uma pesquisa:

- Realizada visita anterior ao início para verificação das condições para instalação dos equipamentos para eventuais revisões das posições dos mesmos.
- Esclarecimentos ao morador em relação ao formulário.

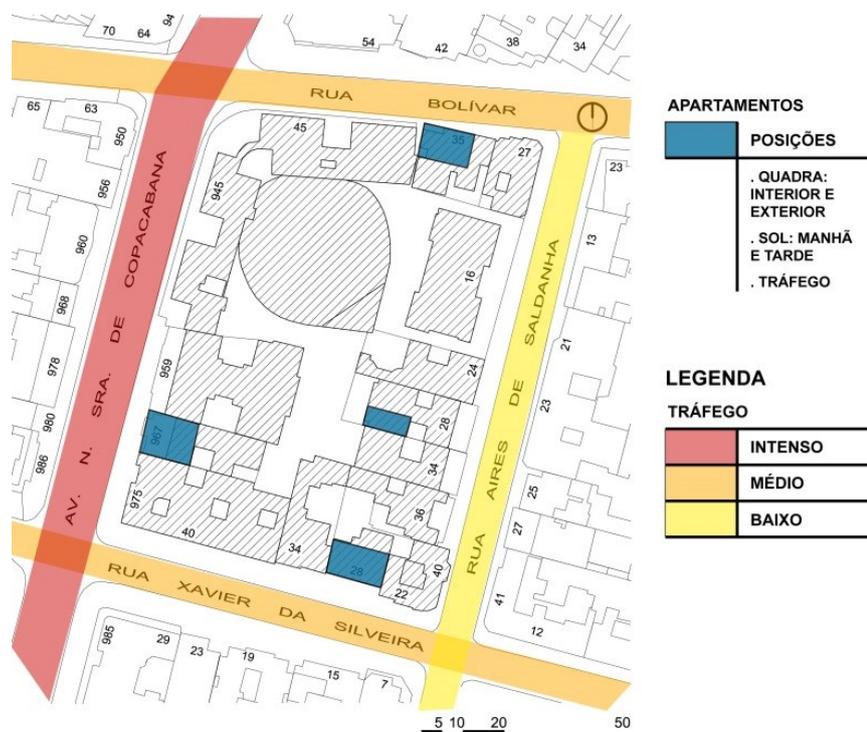


Figura 54 – Quadra com indicação das variáveis e intensidade de tráfego (fonte: Concepção Autor e Desenho Foiadelli).

<sup>62</sup> Na adaptação do formulário foi adotado intervalo de 3 horas para registros de itens não discriminados.

Em relação ao período de levantamento de dados, o ideal seria ao longo de um ano para confirmação das condições em todas as estações.

A utilização de equipamentos em todos os apartamentos seria a melhor alternativa para o perfeito entendimento das variáveis.

Para os levantamentos piloto desta pesquisa foram analisadas algumas alternativas<sup>63</sup>:

- Quadra: apartamentos com fachadas voltadas para o interior ou exterior da mesma.
- Edifícios: alternância entre os edifícios com manutenção ou não dos pavimentos. Com isso haveria diferenças entre os apartamentos.
- Pavimento do apartamento: representando variáveis em relação ao nível da rua.
- Insolação: exposição predominante ao sol da manhã ou ao sol da tarde.
- Intensidade do tráfego da rua: quando voltado para a fachada principal<sup>64</sup>.

Algumas das variáveis para a definição de uma estratégia de levantamento:

- Apartamentos em diferentes pavimentos.
- Apartamentos em diferentes posições em relação a fachadas.

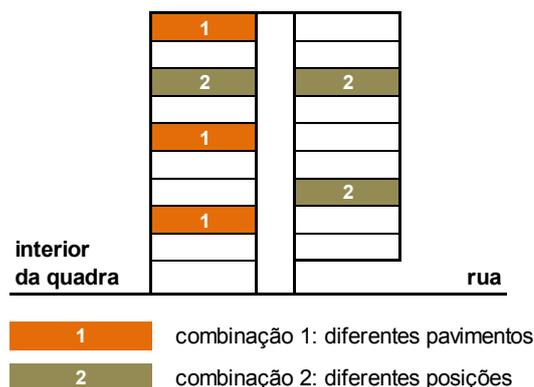


Figura 55 – Corte Esquemático com diferentes combinações no mesmo edifício (fonte: Concepção Autor e Desenho Foiadelli).

- Quantidades de apartamentos.
- Extensão do levantamento nos apartamentos: ambientes dentro dos apartamentos.

<sup>63</sup> Utilizando-se a quadra objeto do estudo de caso para discussão das alternativas.

<sup>64</sup> Mesmo sem medições, nos casos de apartamentos com fachadas voltadas para fontes de ruídos, o comportamento do usuário de abertura e fechamento de janelas, poderá ser motivado pelo do nível de ruído.

- O tempo de pesquisa: Variável importante em função das estações do ano (temperaturas) e respectivas posições do sol.
- Moradores dos apartamentos: quantidade, idades e atividades.

Para a realização da pesquisa piloto foi planejada a seguinte sequência de atividades:

- Aquisição dos equipamentos<sup>65</sup> e calibragem dos mesmos<sup>66</sup>.
- Preparação dos meios de registro pelo(s) morador(es) dos cenários e variáveis<sup>67</sup> em formato de planilhas<sup>68</sup>.
- Definição das posições dos equipamentos e para Estação Meteorológica no apartamento e no edifício.
- Período de pesquisa: 7 a 14 dias com 1 ou 2 visitas ao apartamento durante o período.

### 3.4.3

#### Levantamento de Aspectos Sociais

Como exemplificado no livro “Utopia Urbana” (VELHO, 2002), para o perfeito entendimento de um grupo de cidadãos ou moradores de uma localidade é fundamental uma análise independente do interior do mesmo, com o intuito de entender as demandas como também usuário do ambiente pesquisado.

Um levantamento de dados sociais envolve pesquisas qualitativas e quantitativas. São diversos os momentos de entrevistas e questionários entre os quais podem ser citados: quando da preparação de uma proposta de intervenção – para entendimento dos problemas existentes – e após a elaboração da mesma – para entendimento da aceitação das ideias incluídas.

Etapas para entrevistas e questionários:

- Levantamentos iniciais de dados: características, desafios e outros.
- Confirmação de sensações de conforto (associado ao Levantamento de Dados de Conforto).
- Entendimento da aceitação de propostas apresentadas no percurso do projeto.

---

<sup>65</sup> Ver lista no Item 3.4.2.

<sup>66</sup> Para os objetivos da pesquisa.

<sup>67</sup> A partir do modelo proposto por Nicols, Humphreys e Roaf (2012 p.111).

<sup>68</sup> Ver Anexo.

- Confirmações finais para execução das estratégias (soluções) definidas com opções, por exemplo, de dias e horários para intervenções que incluam as unidades.

Há um desconhecimento destas técnicas por parte de profissionais da área de projeto, como arquitetos, e poucas experiências em renovações de edifícios de apartamentos ou quadras residenciais.

Em muitas cidades, moradores organizados já bloquearam projetos, muitas vezes não focados no bem comum e pelo desconhecimento das variáveis por parte de planejadores.

Para as pesquisas qualitativas, foi definido o MEDS – Método de Explicitação do Discurso Subjacente – desenvolvido pela Professora Ana Maria Nicolaci-da-Costa<sup>69</sup>.

De acordo com Nicolaci-da-Costa (2006) “desde o final do século XX, uma “revolução” qualitativa vem ocorrendo nas ciências sociais e humanas. Impelidos pela necessidade de explorar a fundo novos fenômenos humanos e sociais, inúmeros (...) abraçaram metodologias qualitativas” sendo que:

O MEDS foi desenvolvido com o principal intuito de trazer à tona transformações e conflitos psicológicos que muitas vezes não são verbalizados explicitamente pelos entrevistados porque deles eles próprios não têm consciência. (NICOLACI-DA-COSTA; 2006)

O MEDS tem no roteiro um componente fundamental com as seguintes características (NICOLACI-DA-COSTA; 2006):

- (a) Devem ser estruturados em sua concepção e flexíveis em sua aplicação;
- (b) Inspiram-se em conversas naturais;
- (c) Definem itens e não devem ser lidos para evitar que soem artificiais;
- (d) Os itens, citados em (c), devem gerar perguntas abertas como “O que você acha de x?”, “O que y gera em você?”. Perguntas de esclarecimento e/ou aprofundamento como “por quê?”, “como?”, “dá para explicar melhor?”, introduzidas quando necessárias;
- (e) Para preservar a naturalidade de uma conversa informal alguns itens devem gerar perguntas fechadas, com respostas são sim ou não, como “Você gosta de z?”, seguidas de perguntas de esclarecimento e/ ou aprofundamento;

---

<sup>69</sup> PUC-Rio.

- (f) Itens que geram perguntas mais abstratas – que solicitam opiniões, reflexões, posturas, sentimentos, avaliações, etc. do entrevistado – sobre determinados tópicos, podem ser confrontados com outros que propiciam informações objetivas.

Para confirmação e aperfeiçoamento do roteiro devem ser efetivadas entrevistas piloto com pessoas do mesmo perfil das entrevistas objeto da pesquisa. As mesmas são individuais e realizadas por um único entrevistador, ocorrem em horários definidos de comum acordo, em locais familiares a entrevistados (de preferência indicados pelos mesmos), gravadas na íntegra e não ultrapassando 1 hora. Ao entrevistado deve ser solicitada a assinatura de termo de livre consentimento<sup>70</sup>. Na transcrição os depoimentos não devem ser alterados ou editados (NICOLACI-DA-COSTA; 2006).

A utilização com flexibilidade do roteiro estruturado viabiliza (NICOLACI-DA-COSTA; 2006):

- (a) Para os pesquisadores entrevistas semiestruturadas com todos os itens sendo abordados.
- (b) Para os entrevistados expor pontos de vista sem restrições.
- (c) Para o entrevistador segurança, enquanto a flexibilidade para sua aplicação aprofundar ou averiguar o que se considerar necessário.

O objetivo do MEDS é a “interpretação dos depoimentos coletados e não a verificação de hipóteses”. A análise tem duas etapas importantes (NICOLACI-DA-COSTA; 2006):

- (d) Análise das respostas dadas pelo grupo como um todo<sup>71</sup>;
- (e) Análise detalhada de cada uma das entrevistas individuais<sup>72</sup>.

Para pesquisa quantitativa, visando facilitar e permitir maior alcance em certos modelos de pesquisa, definiu-se pelo mesmo método adotado por Thomas Collins<sup>73</sup> (2010) para a de coleta de dados<sup>74</sup>.

Pela diversidade de agentes envolvidos, os modelos devem ser distintos para moradores, síndicos, administradores e porteiros.

---

<sup>70</sup> No qual constam informações sobre os objetivos da pesquisa e a utilização do material coletado.

<sup>71</sup> De análise interparticipantes.

<sup>72</sup> De análise intraparticipantes.

<sup>73</sup> Vem tópico Estratégias para registro das variáveis e cenários no Item 3.4.2.

<sup>74</sup> Ver site <http://pt.surveymonkey.com/>.

### 3.5

#### Conclusão do Capítulo

Alguns elementos descritos nesse capítulo foram fundamentais para definição da própria pesquisa. Entre os mesmos se destacam:

- A alteração da escala, que redefiniu o foco geral de observação do edifício para a quadra.
- A atenção aos aspectos sociais, pelo fato, entre outros, de que a intervenção se dá em espaços já ocupados.
- A necessidade de entender todas as condições existentes nas três áreas consideradas: a construção, as condições de conforto e os aspectos sociais.
- Que os moradores não precisem sair para desenvolvimento das obras.
- O desenvolvimento de um estudo de caso para, a partir de um objeto real, efetivar experimentos e aplicar soluções.
- A definição do modelo de objeto para o estudo de caso: um bairro consolidado na cidade com edificações de características semelhantes e que tenham idade compatível com a necessidade de renovação.

Há vários desafios para obtenção de dados construtivos, meteorológicos e sociais em nossas cidades.

O clima na cidade é influenciado pela topografia natural e pela constituída pelas edificações e alterações no meio físico. Há um grande potencial de redução no uso de aparelhos de ar-condicionado em edifícios, porém, para essa economia, é necessário que sejam garantidas condições de ventilação comentadas.

Os diferentes níveis de levantamento serão chave para a geração de diagnósticos que permitam conhecer o objeto, no caso quadras e respectivos edifícios. Para cada local e objetivo de pesquisa há diversas estratégias possíveis de pesquisa a serem definidas em função do tempo, equipamentos e equipe disponíveis.