



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
(UFPI)**

**Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste  
(TROPEN)**

**Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
(PRODEMA)**

**Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
(MDMA)**

**ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DO DESENHO URBANO DE ASSENTAMENTOS  
POPULARES: O Residencial Hebert de Sousa em Teresina/PI**

**MARIA BETÂNIA GUERRA NEGREIROS FURTADO**

**TERESINA**

**2006**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI)  
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste  
(TROPEN)  
Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
(PRODEMA)  
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (MDMA)

MARIA BETÂNIA GUERRA NEGREIROS FURTADO

ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DO DESENHO URBANO DE ASSENTAMENTOS  
POPULARES: O Residencial Hebert de Sousa em Teresina/PI

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Áreas Verdes. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais

Orientadora: Professora Dra. Wilza Gomes Reis Lopes

TERESINA

2006

MARIA BETÂNIA GUERRA NEGREIROS FURTADO

ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DO DESENHO URBANO DE ASSENTAMENTOS  
POPULARES: O Residencial Hebert de Sousa em Teresina/PI

Dissertação aprovada pelo Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Áreas Verdes. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

---

Professora Dra. Wilza Gomes Reis Lopes  
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)  
Orientadora

---

Professora Dra. Maisa Fernandes Dutra Veloso  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

---

Professor Dr. José Luís Lopes Araújo  
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)

Em memória de meu pai

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS que me proporcionou a capacidade de realização deste trabalho; ao Avelar meu marido que como profissional e incentivador não poupou esforços em me ajudar no decorrer desta pesquisa; aos meus filhos que me apoiaram e entenderam minha falta de tempo em muitos momentos; a Profa. Wilza Lopes, orientadora e amiga; aos colegas mestrandos, também grandes amigos e muitas vezes colaboradores.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	02
CAPÍTULO 1 - A SUSTENTABILIDADE NO CONTEXTO URBANO.....	05
CAPÍTULO 2 - AS ORIGENS DO DESENHO URBANO.....	13
2.1 O DESENHO URBANO NA HISTÓRIA.....	13
2.1.1 As Primeiras Cidades .....	14
2.1.2 O Desenho Urbano Grego.....	15
2.1.3 O Desenho Urbano Romano.....	16
2.1.4 O Desenho Urbano nas Cidades Medievais.....	18
2.1.5 O Traçado das Cidades no Renascimento.....	20
2.1.6 O Traçado Barroco.....	21
2.1.7 O Desenho Urbano das Cidades na América Espanhola.....	24
2.1.8 As Cidades Portuguesas do Brasil Colonial.....	25
2.2 O DESENHO URBANO NA CONTEMPORANEIDADE.....	27
2.2.1 O Urbanismo Sustentável.....	30
2.2.2 O Planejamento Urbano e a Preocupação Ambiental.....	31
CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS.....	36
3.1 O MÉTODO.....	36
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
3.3 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE OLIVEIRA.....	37
3.3.1 Atributos bioclimatizantes da forma urbana relacionados ao sítio.....	38
3.3.2 Atributos bioclimatizantes da forma urbana relacionados à massa edificada .....	40
3.4 A METODOLOGIA DE ROMERO.....	51
3.4.1 Critérios para a escolha do sítio em regiões de clima quente-úmido.....	53
3.4.2 Critérios para a escolha do tecido urbano em regiões de clima quente-úmido.....	53
3.6 ESTRATÉGIA DE TRABALHO.....	56
CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	58
4.1 TERESINA: ORIGEM, DESENHO E BREVE EVOLUÇÃO .....	58
4.1.1 Planos Diretores.....	63
4.1.2 Teresina: Aspectos do meio ambiente urbano.....	64
4.2 A URBANIZAÇÃO DA CIDADE E O DEFICIT HABITACIONAL.....	71
4.2.1 A política Habitacional da Prefeitura de Teresina .....	72
4.2.2 Caracterização dos assentamentos segundo a política habitacional do município.....	73
4.2.3 Ocupação do solo em Teresina e as Habitacões de Interesse Social.....	78
4.2.4 O Bairro Santa Cruz.....	79

4.2.5 O Conjunto Hebert de Sousa – Betinho.....	79
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS.....	87
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	110
REFERÊNCIAS .....	114

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Reconstrução de aldeia neolítica na Alemanha de cerca de 2000 <sup>a</sup> .C.....	13
Figura 02 –Planta da cidade de Mileto desenhada por Hipódomo no século Va.C.....	16
Figura 03 –Planta da cidade romana de Treves no século IV a.C.....	18
Figura 04 –Planta da cidade de Bolonha no século XII a.C.....	19
Figura 05 – Cidades ideais renascentistas: .....	21
Figura 06 – Planta inicial da cidade de Turim no século XVII.....	22
Figura 07 – Planta de Turim com a primeira ampliação projetada em 1620.....	22
Figura 08 –Planta de Turim da segunda ampliação em 1673.....	23
Figura 09 – Planta de Turim na terceira ampliação projetada em 1714.....	23
Figura 10 – Planta da cidade de Buenos Aires em 1583.....	25
Figura 11 – Projeto da Avenida da Ópera em Paris .....	28
Figura 12 – Memorial da América Latina em São Paulo.....	29
Figura 13 – Proposta para ocupação do solo em função da declividade.....	35
Figura 14 – Diagrama com o esquema geral da Metodologia de Oliveira (1993).....	50
Figura 15 – O impacto da radiação solar no ambiente urbano.....	51
Figura 16 – Fixação de poluentes e efeito referescante da vegetação.....	52
Figura 17 – A localização do sítio em relação à topografia e o desempenho bioclimático considerando a ação dos ventos.....	53
Figura 18 – O traçado nas regiões quente-úmidas.....	54
Figura 19 – A ventilação através do tecido.....	54
Figura 20 – Disposição dos lotes para as regiões quente-úmidas.....	55
Figura 21 – Adequação da vegetação aos arruamentos e passeios para regiões quente-úmidas.....	56
Figura 22 – Planta da cidade de Teresina datada de 20/04/1855.....	58
Figura 23 – Traçado urbano de Teresina à época da fundação do município em 1852.....	59
Figura 24 – Mapa da Evolução urbana de Teresina.....	62
Figura 25 – Gráfico 01: Valores médios mensais de temperatura do ar em Teresina/PI.....	67
Figura 26 – Gráfico 02: Valores médios mensais de precipitação em Teresina/PI.....	68
Figura 27 – Gráfico 03: Valores médios mensais de umidade relativa do ar em Teresina/PI.....	68
Figura 28 – Gráfico 04: Valores médios mensais de insolação em Teresina/PI.....	69
Figura 29 – Gráfico 05: Velocidade média mensal do vento em Teresina/PI.....	69
Figura 30 – Assentamento irregular no perímetro urbano de Teresina caracterizado como favela pela Prefeitura do Município.....	72

Figura 31 – Assentamento irregular que ocupa área imprópria na zona leste da cidade.....	74
Figura 32 – Exemplo de assentamento definido como Favela em área alagadiça da cidade.....	74
Figura 33 – Assentamento definido como Vila.....	75
Figura 34 – Assentamento definido como Parque.....	75
Figura 35 – Parque Wall Ferraz à época da construção.....	77
Figura 36 – Mapa da cidade de Teresina dividido em zonas com localização dos Residenciais....	78
Figura 37 – Mapa da cidade de Teresina com localização do Residencial Hebert de Sousa.....	81
Figura 38 – Partido Urbanístico do Residencial Hebert de Sousa.....	82
Figura 39 – Vista aérea do conjunto Frei Damião na zona sul da cidade.....	83
Figura 40 – Planta Baixa das unidades habitacionais do Residencial Hebert de Sousa.....	84
Figura 41 – Unidades habitacionais do Residencial no início do processo de ocupação.....	85
Figura 42 – Unidades habitacionais em construção no Residencial Hebert de Sousa.....	85
Figura 43 – Arruamento do Residencial Hebert de Sousa.....	87
Figura 44 – Simulação gráfica do relevo do Residencial Hebert de Sousa.....	89
Figura 45 – Simulação gráfica do relevo renderizado do Residencial Hebert de Sousa.....	89
Figura 46 – Hebert de Sousa – Levantamento Planialtimétrico.....	92
Figura 47 – Vila Ferroviária – Exemplo de crescimento horizontal das habitações .....	100
Figura 48 – Local destinado à área verde no conjunto ainda sem vegetação.....	106
Figura 49 – Avenida principal do Residencial Hebert de Sousa.....	107

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Relação de atributos para análise bioclimática urbana e autores que desenvolveram trabalhos no assunto .....	32
Quadro 02 – Condição de circulação de pedestres conforme a declividade (i) .....	34
Quadro 03 – Classificação e pontuação da declividade do sítio .....	38
Quadro 04 – Orientações das declividades e pontuação.....	39
Quadro 05 – Pontuação em relação à conformação geométrica.....	39
Quadro 06 – Pontuação referente às alturas relativas.....	40
Quadro 07 – Pontuação em relação ao tipo de solo .....	40
Quadro 08 – Pontuação para o formato horizontalidade.....	41
Quadro 09 – Formato-verticalidade (Pfv) *com classificação e pontuação.....	41
Quadro 10 – Formato-densidade com classificação e pontuação.....	41
Quadro 11 – Formato-orientação ao sol com classificação e pontuação.....	42
Quadro 12 – Rugosidade-diversidade de alturas	42
Quadro 13 – Rugosidade-fragmentação.....	43
Quadro 14 – Rugosidade-diferencial de alturas (Prdh).....	44
Quadro 15 – Porosidade - tipo de trama.....	45

Quadro 16 – Porosidade - orientação aos ventos.....	45
Quadro 17 – porosidade – continuidade da trama.....	45
Quadro 18 – Pisos/tetos – permeabilidade.....	46
Quadro 19 – Áreas Verdes.....	47
Quadro 20 – Rugosidade ( $P_R$ ).....	48
Quadro 21 - Valores médios mensais de temperatura máxima do ar (°C) referente ao período de 1990 a 1999 para o município de Teresina/PI.....	66
Quadro 22 – Valores médios mensais de temperatura mínima do ar (°C) referente ao período de 1990 a 1999 para o município de Teresina/PI.....	66
Quadro 23 – Número de assentamentos populares existentes na área urbana de Teresina conforme os censos de 1993/1996/1999.....	75
Quadro 24 – Usos e recuos para a zona ZR1 conforme lei n° 2.264 de 16 de Dezembro de 1993 para o município de Teresina.....	79
Quadro 25 – Residencial Hebert de Sousa: Quadro de Áreas.....	80
Quadro 26 – Simulação de implantação de edificações de interesse social conforme recuos do zoneamento ZR1 e exemplos de implantação conforme .....	86
Quadro 27 – Tipos de terrenos e características físicas .....	94
Quadro 28 – Direção dos ventos referente ao ano de 1997.....	102
Quadro 29 – Relação população/área verde por habitante .....	106
Quadro 30 – Pontuação dos atributos relacionados à forma urbana considerando o sítio.....	107
Quadro 31 – Pontuação dos atributos relacionados à forma urbana considerando o ambiente construído.....	108

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01 – Evolução Demográfica de Teresina: 1872 – 2000.....	61
--	----

## **ANEXOS**

ANEXO A – Rotina para gerar malhas sobre curvas de nível conforme Baldam e Costa, (2003)..	118
ANEXO B – Capítulo XX da lei 2.642 de 07/04/98: lei de Parcelamento do solo urbano de Teresina, destinado aos loteamentos de interesse social.....	120

## **APÊNDICE**

APÊNDICE A – Memória de Cálculo da Declividade.....	122
APÊNDICE B – Memória de Cálculo do Índice de Rugosidade-fragmentação, Rugosidade-diferencial de alturas, Pisos/tetos-permeabilidade, Rugosidade, Porosidade, Pontuação Final .....	124



## **RESUMO**

Este trabalho analisa o desenho urbano, sob o aspecto bioclimático, de conjuntos habitacionais populares, construídos pelo poder público municipal na zona urbana da cidade de Teresina/PI. Foram abordados conjuntos populares, que surgiram na década de 1990, por meio de projetos de assentamentos da Prefeitura do município, destinados às famílias de baixa renda. Erguidos em regime de mutirão e autoconstrução, os conjuntos habitacionais tiveram o projeto urbanístico elaborado pela Prefeitura municipal que também assessora a construção das moradias. A análise dos conjuntos foi realizada a partir de estudo de caso, enfocando o conjunto habitacional, o Residencial Hebert de Sousa – Betinho, localizado na zona sul da cidade. A escolha por este assentamento, implantado em 1997 se deveu ao fato do mesmo apresentar características semelhantes aos demais conjuntos que fazem parte do projeto, tais como o tipo de malha, o tamanho dos lotes, a largura das vias e a localização periférica. A metodologia de análise baseia-se nos princípios do planejamento urbano com visão ambiental. Desta forma, fez-se uso das metodologias de Oliveira (1988) e Romero (2001). A aplicação das duas metodologias teve por objetivo analisar o assentamento de forma mais abrangente. Ao concluir a pesquisa, foram feitas recomendações de projeto e de implantação de conjuntos populares para a cidade de Teresina/PI, considerando os aspectos bioclimáticos locais.

## **ABSTRACT**

This work analyses the urban design, under the bioclimatic aspect, of low income housing districts built by the municipal government in the urban zone of the city of Teresina/PI. The study is referred to low income housing districts which were settled in the 90's, throughout projects of settlement created by the City Hall. Raised with the systems of mutirão (getting together for a joint objective) and self-construction, those districts had the urban project designed by the City Hall, which also managed the construction of the housing units. The analysis of the districts was done from a study of case, focusing on the district of Residencial Herbert de Sousa, also called Betinho, located in the south zone of the city. The choice for such district, settled in 1997, is because it accumulates alike characteristics of all the ones that made part of the project such as type of urban mesh, size of the land, width of the streets and suburban localization. The methodology of this analysis is based on the urban planning principles aligned with an environmental view. In this way, it's used the methodologies of Oliveira (1993) and Romero (2001). The application of these two methodologies aims to analyze the settlement throughout a wider view. According to the analysis of its shape, the district has good attributes, but they can be improved with a new design. At the conclusion, some recommendations were made concerning with the project itself and with the settlement of low income housing districts for the city of Teresina/PI, taking into account the bioclimatic aspects of the site.

## INTRODUÇÃO

Com a maioria da população mundial residindo nas cidades neste início de século XXI, o grande desafio do mundo contemporâneo é crescer sustentavelmente buscando o equilíbrio entre a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente.

Um dos problemas surgidos a partir do processo acelerado de urbanização pelo qual passa o planeta é o déficit habitacional presente principalmente nos grandes centros urbanos. O município de Teresina, capital do Estado do Piauí, cuja área é de 1.672,5km<sup>2</sup> e população de 714.318 habitantes no ano de 2000 já vivencia este problema e na tentativa de diminuir o déficit habitacional e proporcionar qualidade de vida à população de baixa renda, a Prefeitura de Teresina, através de sua política habitacional, desenvolveu um projeto de construção de moradias em regime de mutirão e autoconstrução denominado “Projeto Minha Casa”. Através deste projeto o município assenta famílias em lotes urbanizados, com infra-estrutura básica, implantados em áreas periféricas da cidade.

O projeto “Minha Casa” que surgiu na década de noventa faz parte do programa “Mórdia Digna e Segura” desenvolvido pela Secretaria Municipal de Habitação e Urbanismo que tem, entre seus objetivos, garantir moradia digna e segura às famílias de baixíssima renda, bem como proporcionar o acesso destas a bens e serviços de uso coletivo como educação, saúde, saneamento básico e transporte urbano (SANTANA, 2001).

Através do projeto “Minha Casa” o poder público municipal implantou na década de 1990 08 (oito) assentamentos denominados de Parques ou Residenciais, contabilizando um total de 5.523 unidades habitacionais e assentando um total de 22.956 pessoas (SANTANA, 2001).

Os Parques ou Residenciais projetados e implantados pela Prefeitura Municipal de Teresina e assentados em bairros periféricos da cidade é o objeto desta pesquisa que tem por objetivo analisar o desenho urbano destes assentamentos, considerando os aspectos físicos e ambientais.

Para tanto foi selecionado um assentamento para estudo de caso – O Residencial Hebert de Sousa – Betinho, localizado na zona sul da cidade. A opção pelo Residencial Betinho, implantado no ano de 1997 foi motivada por o mesmo apresentar características muito próximas às dos demais assentamentos que fazem parte do projeto como o tipo de trama, o tamanho dos lotes, o Partido Urbanístico.

A metodologia de análise baseia-se nos princípios do planejamento urbano com visão ambiental. Desta forma faz-se uso das metodologias de Oliveira (1993) e Romero

(1988). A aplicação das duas metodologias tem por objetivo analisar de forma mais abrangente o assentamento.

O modo de olhar a arquitetura e o desenho urbano procurando adequá-lo ao clima e ao lugar encontra-se dentro dos preceitos da Arquitetura Bioclimática que conforme Romero (2001) é uma área relativamente nova e tem na arquitetura vernácula seus antecedentes. Serra (1989 apud Romero, 2001, p.25) define a Arquitetura Bioclimática como “aquela que otimiza no seu próprio desenho arquitetônico, suas relações energéticas com o entorno e o meio ambiente”.

São os preceitos do bioclimatismo urbano que norteiam as metodologias de Oliveira (1993) e Romero (1988) utilizadas nesta pesquisa.

Esta pesquisa objetiva analisar a adequabilidade da forma urbana dos assentamentos do projeto “Minha Casa” da Prefeitura de Teresina/PI ao clima e ao lugar resgatando uma das condições da sustentabilidade urbana considerada por Sachs (1994), a sustentabilidade espacial.

Marcondes (1999) citando Rossi (1971) e Odum (1988) coloca que no projeto de cidades sustentáveis a abordagem do espaço urbano deve ser pensada a partir do conceito de *lugar* onde os usos do solo terão que ser definidos a partir de avaliações de impacto ambiental e da gestão ambiental as quais buscam considerar o espaço ou o ambiente de forma integrada, ou seja, buscando unir os conceitos referentes à cultura e ao meio ambiente. Esta referência de *lugar* citada por Marcondes remete-nos ao conceito já mencionado anteriormente da sustentabilidade espacial de Sachs, uma das cinco dimensões do desenvolvimento sustentável colocadas pelo autor.

A avaliação do desenho urbano realizada neste trabalho considera as condições do *lugar* objetivando levantar a adequabilidade do sítio ao projeto.

Como resultado da pesquisa é produzido um diagnóstico físico-ambiental do quadro global representativo dos assentamentos tipo Residencial/Parques da cidade de Teresina, o qual poderá vir a contribuir com a discussão da política habitacional da cidade, mediante indicativos técnicos que auxiliem em futuros projetos a serem desenvolvidos para a cidade.

Para a apresentação da pesquisa, dividiu-se o trabalho em seis capítulos. O primeiro capítulo “A SUSTENTABILIDADE NO CONTEXTO URBANO”, aborda a sustentabilidade e o desenvolvimento, através de conceitos e considerações de autores preocupados com a questão ambiental no processo de planejamento urbano.

O segundo capítulo “O DESENHO URBANO NA HISTÓRIA” faz um resgate

da trajetória do desenho urbano dentro da história da civilização humana, no momento em que se procura demonstrar a importância do tema.

O terceiro capítulo “CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS” apresenta as metodologias utilizadas na pesquisa.

O quarto capítulo “CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO” tem por objetivo caracterizar e situar o objeto de estudo dentro do contexto da área estudada que é a cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí. Para isso, faz-se num primeiro momento uma síntese da história da cidade abordando sua origem, desenho e atributos bioclimatizantes. No segundo momento é abordado o conjunto Residencial Betinho, o objeto de estudo, com suas características e peculiaridades.

No quinto capítulo “ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS” é realizada a discussão sobre os dados coletados.

No sexto capítulo “CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES” são apresentadas as conclusões e feitas recomendações para projetos de conjuntos Residenciais populares em Teresina, considerando o bioclimatismo urbano da região.

## CAPÍTULO 1

### 1.1 A SUSTENTABILIDADE NO CONTEXTO URBANO

Este capítulo tem o objetivo revisar conceitos que embasaram a ciência ambiental dando enfoque à sustentabilidade urbana.

Neste início de século XXI onde as questões ambientais afloram e aparecem na mídia em situações cada vez mais freqüentes, é importante salientar que para alguns pensadores, pesquisadores e entre eles, alguns arquitetos e urbanistas, a questão da sustentabilidade já se fazia presente em seus estudos e projetos e emergia como preocupação já em meados do século XX passado, quando também afluía o movimento ambientalista.

Á medida que nos acercamos al siglo XXI, los valores y preocupaciones medioambientales que comenzaron a surgir em la década de los sesenta, han sacado a luz la fragilidad de la Tierra como organismo natural. Hemos comenzado a entender al ser humano como una criatura biológica inmersa em unas relaciones ecológicas vitales dentro de la biosfera; com una necesidad de vivir dentro de sus límites, y compartir el planeta com formas de vida no humanas. Se está produciendo la transición entre una sociedad preocupada por el consumo y la explotación y otra que da prioridad a um futuro sostenible (HOUGH, 1998, P.5).

O planeta vive desde meados do século XIX um intenso processo de urbanização constituindo em grande desafio para a sociedade neste início de século XXI a promoção do desenvolvimento, considerando a sustentabilidade nos seus múltiplos aspectos.

Esse fenômeno de troca do meio rural pelo urbano acelerou-se a partir do final século XIX e início do século XX nos países do Primeiro Mundo. Conforme Guimarães (2004, p.59) “as invenções se sucediam, espalhavam-se os sistemas de comunicações e os bens perecíveis podiam ser estocados com o auxílio da refrigeração”.

Nos países considerados do Terceiro Mundo a urbanização se deu de forma mais lenta. No Brasil só na década de quarenta do século XX é que a população urbana – representando 56% da população total do país - ultrapassa a rural. A partir de então o ritmo do crescimento urbano se acelera e em apenas quarenta anos já tínhamos 67% da população brasileira vivendo nas cidades para se chegar à década seguinte de 1990 com a percentagem de 75% de brasileiros vivendo nos centros urbanos (FAÇANHA, 1998).

As primeiras críticas referentes à insustentabilidade urbana ocasionada pelo processo acelerado de urbanização surgiram na década de 1960 quando ocorreram os primeiros alertas sobre os impactos ambientais que vinham ocorrendo no ambiente urbano (McCORMICK, 1992).

Apesar da questão ambiental já ser alvo de preocupação de grupos isolados, o lançamento do livro “Primavera Silenciosa” da bióloga americana Rachel Carson em 1962 é considerado o marco do desencadeamento das discussões ambientalistas. Carson consegue com “Primavera Silenciosa” chamar a atenção tanto da comunidade científica como da população quando alerta para o uso indiscriminado dos pesticidas ou agrotóxicos utilizados na agricultura (McCORMICK, 1992).

Este fato considerado como marco inicial do movimento ambientalista abre as discussões em torno da relação homem/natureza que inclui, entre outros assuntos que compõem a pauta da sustentabilidade, o desenvolvimento urbano.

Quando o Relatório Brundtland<sup>1</sup> definiu o desenvolvimento sustentável como sendo aquele que “atenda as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também às suas” (NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p. 09) alertou para o perigo de se promover o desenvolvimento sem se ponderar custos e conseqüências.

Hoje não se pode mais ignorar o fato de que se vive em um planeta cujos recursos são finitos e que seus atuais habitantes não serão os últimos moradores. Em período de globalização, a pauta da sustentabilidade passou a indicar os contornos de políticas urbanas, tendo sido transposta para a esfera política no contexto do papel estratégico que hoje assumem as cidades (MARCONDES, 1999).

Na discussão da sustentabilidade há de se entender o significado do termo, o que não é uma tarefa fácil. Conforme Barone (1992) muitas vezes os termos sustentabilidade, sustentabilidade ecológica e desenvolvimento sustentável são usados com o mesmo sentido, embora tenham significados distintos. A autora divide em dois os grupos de informação a respeito dos conceitos e objetivos do termo.

O primeiro grupo é definido como o formado por cientistas das áreas humanas e biológicas, técnicos de governo e políticos. Estes têm uma diversidade de opiniões e diagnósticos sobre o binômio desenvolvimento/meio ambiente.

O segundo grupo é formado por entidades internacionais de fomento na área de

---

<sup>1</sup> O Relatório Brundtland é o resultado do trabalho da Comissão Mundial (da ONU) sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (UNCED). Os presidentes desta comissão eram Mansour Khalid e Gro. Harlem Brudtland.

meio ambiente que orientam os diagnósticos, análises e propostas destas instituições e dominam o debate sobre o desenvolvimento sustentável influenciando políticas e ações de âmbito global e local, tornando assim marco referencial para outras entidades e órgãos. Dentro deste segundo grupo figuram instituições como a União Internacional para a Conservação da Natureza – UICN e o Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas – PNUMA (BARONE, 1992).

Para o Relatório Brundtland - Nosso Futuro Comum (1991) existem dois conceitos-chave que norteiam o desenvolvimento sustentável. O primeiro é o conceito de “necessidades”, sobretudo as necessidades essenciais dos pobres do mundo, que devem receber a máxima prioridade; O segundo é a noção das limitações que o estágio de tecnologia e da organização social impõe ao meio ambiente, impedindo-o de atender às necessidades presentes e futuras.

É comum o entrelaçamento de definições quando os termos desenvolvimento, sustentabilidade e ecologia se encontram. Muitos autores definem o desenvolvimento sustentável através de suas próprias teorias e idealizações. Apossam-se do conceito e o definem conforme seus anseios. Outros confundem desenvolvimento sustentável com sustentabilidade ecológica, que conforme Barone (1992) tem a ver somente com a capacidade de renovação ou não dos recursos naturais.

Outros reconhecem a necessidade de se impor limites ao crescimento econômico já que, considerando os recursos naturais ainda disponíveis no Planeta, ele é insustentável. Outros apenas incorporam o adjetivo sustentável ao termo desenvolvimento, reconhecendo que este não foi capaz de proporcionar bem estar e reduzir a pobreza.

Quando começou a ser discutida, a sustentabilidade foi entendida como sendo a manutenção dos recursos não renováveis para as gerações futuras, a reposição dos renováveis e o controle das taxas de poluição, conforme sua absorção pelo meio ambiente. Muitos concluíram então que se pretendia, em pleno século XX, negar o desenvolvimento, num processo de estagnação ou até involutivo do crescimento.

Em termos de ações sustentáveis, para que elas aconteçam há de se pensar nos caminhos a percorrer.

Sachs (1993) aponta cinco dimensões de sustentabilidade que devem ser consideradas ao se planejar o desenvolvimento:

- **Sustentabilidade social** cujo objetivo é a construção de uma sociedade mais equitativa, voltada à idéia do “ser”, com maior distribuição do “ter”;
- **Sustentabilidade econômica** com uma alocação e gestão dos recursos mais eficientes,

possibilitando o fluxo regular dos investimentos público e privado;

- **Sustentabilidade ecológica** que pode ser otimizada por medidas como: intensificação do uso dos recursos potenciais dos vários ecossistemas; a limitação do consumo de combustíveis fósseis e de outros recursos e produtos facilmente esgotáveis ou ambientalmente prejudiciais; pela reciclagem de energia e recursos; intensificação das pesquisas na área das tecnologias limpas; definição de regras, leis, regulamentos de proteção ambiental.
- **Sustentabilidade espacial** alcançada através da distribuição equilibrada dos espaços urbanos e rurais, considerando a concentração excessiva nas áreas metropolitanas; a ocupação dos ecossistemas frágeis; a agricultura regenerativa e o agro reflorestamento; a industrialização descentralizada com a adoção de novas tecnologias não poluidoras e a proteção às reservas naturais e de biosfera.
- **Sustentabilidade cultural** onde o respeito às especificidades de cada cultura e de cada ecossistema seja considerado no processo do desenvolvimento.

Segundo Sachs (1993, p.19),

[...] para escapar do círculo vicioso da pobreza e da destruição ambiental e realizar a transposição para o desenvolvimento sustentável é preciso promover, por um período bastante longo, o crescimento econômico pelo menos no Sul e no Leste [...].

O autor critica a forma como o desenvolvimento vem acontecendo, baseado numa economia de mercado sem controle, onde a tendência é a continuação do círculo vicioso entre a pobreza e a degradação ambiental, aumentando ainda mais a distância entre os hemisférios Norte e Sul.

A sustentabilidade urbana, contida dentro da dimensão da Sustentabilidade espacial definida por Sachs (1993) foi discutida em grandes encontros que abordaram a questão da qualidade e sustentabilidade das cidades como o Relatório Brundtland, as conferências Habitat I e Habitat II, a elaboração da Agenda 21 e em termos brasileiros, a agenda 21 Nacional, onde um dos temas trabalhados são as Cidades Sustentáveis, e o Estatuto das Cidades.

O Relatório Brundtland enfoca, dentro do contexto global, os problemas ambientais. Ele afirma a ligação entre a economia, a tecnologia, a sociedade e a política e chama atenção para uma nova postura ética, caracterizada pela responsabilidade desta geração para com as gerações futuras.

Conforme o Relatório - Nosso Futuro Comum, (1991, p.10),

O desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras.

Brüseke (2003) apresenta uma lista de medidas a serem tomadas a nível de Estado Nacional com o objetivo de garantir a sustentabilidade do planeta, como:

- a) A limitação do crescimento;
- b) Garantia de alimentação a longo prazo;
- c) Preservação dos ecossistemas;
- d) Diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias que admitam o uso de fontes renováveis;
- e) Aumento da produção industrial nos países não-industrializados;
- f) Controle da urbanização selvagem e integração campo e cidades menores;
- g) Satisfação das necessidades básicas.

Além das medidas que a serem alcançadas pelas nações, o autor define metas a serem atingidas a nível internacional:

- a) As organizações do desenvolvimento devem adotar a estratégia do desenvolvimento sustentável;
- b) A comunidade internacional deve proteger os ecossistemas supranacionais como a Antártica, os oceanos e o espaço;
- c) Guerras devem ser banidas;
- d) A ONU deve implantar um programa de desenvolvimento sustentável.

A pauta da sustentabilidade passou a indicar os contornos de políticas urbanas, tendo sido transposta para a esfera política no contexto do papel estratégico que assumem as cidades no período de globalização. A Agenda 21 procurou construir referências norteadoras de políticas públicas baseadas no conceito de sustentabilidade que foram protocoladas como compromissos entre os países envolvidos no evento (MARCONDES, 1999).

A II Conferência Mundial sobre as cidades, a Habitat II, realizada em Istambul em 1996, abordou dois temas de igual importância global: A moradia adequada para todos e o desenvolvimento dos assentamentos humanos sustentáveis em um mundo em processo de urbanização.

O tema “moradia adequada” é atual no momento em que se constata que grande segmento da população mundial reside em ambientes impróprios e inadequados, principalmente nos países considerados subdesenvolvidos. Nesta questão, as estratégias da Agenda Habitat II são direcionadas no sentido de proporcionar qualidade habitacional às populações carentes sob a luz da sustentabilidade ambiental urbana (HABITAT II, 1996).

As discussões em torno do desenvolvimento sustentável dos assentamentos, discutidos na Agenda Habitat II, levaram a considerar três esferas do desenvolvimento: O social, o econômico e o ambiental entendendo que o entrelaçamento destas três esferas, através do respeito ao direito do desenvolvimento e liberdades fundamentais, são a base da sustentabilidade urbana (HABITAT II, 1996).

Outra constatação da Agenda é o rápido processo de urbanização e a concentração de população urbana nas grandes cidades. Conforme a Conferência, as áreas urbanas exercerão forte influência no mundo neste século XXI, onde as populações urbanas e rurais terão forte interdependência em todos os setores, tanto econômico, como ambiental e social (HABITAT II, 1996).

A nível de Brasil, a recente aprovação do Estatuto da Cidade - Lei nº 10.257 de 10 de Julho de 2001 - abre novas perspectivas para o planejamento urbano. Aprovado recentemente, tem como função garantir o cumprimento da função social da cidade e da propriedade urbana (CYMBALISTA, 2001).

Trata-se de um avanço frente às dificuldades que os governos municipais enfrentam em controlar e orientar os usos, o desenvolvimento e a expansão das cidades. O Estatuto regulamenta dispositivos que possibilitam interferir no crescimento das cidades, promovendo à ocupação mais intensa em áreas onde a infra-estrutura é mais presente, reduzindo desta forma a pressão pela urbanização em áreas periféricas, sem infra-estrutura e ambientalmente frágeis (CYMBALISTA, 2001)

No entanto, conforme Souza (2002), a simples aprovação do Estatuto não é suficiente para minimizar os impactos sócio-ambientais a que as cidades estão submetidas. É necessária a reformulação dos métodos, processos e objetivos que norteiam as políticas intra-urbanas, a fim de transformar as cidades em espaços democráticos sustentáveis e que garantam suas funções sociais.

Outro instrumento de regulamentação urbano-ambiental é a lei do Parcelamento do Solo Urbano – Lei Federal n.º9.785/99, onde o Poder Público Federal transfere para os municípios poderes como o de definir os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo, tais como o tamanho mínimo dos lotes e o coeficiente de

aproveitamento, levando em conta a função social da propriedade urbana e o direito de todos à vida urbana (BASTOS, 2001).

No entanto, conforme Mota (2003), pelo fato do planeta passar hoje por intenso processo de urbanização, não se concebe mais a idéia do planejamento urbano se limitar a atender à simples ordenação de equipamentos e espaços. De acordo com o autor, o planejamento urbano deve ser pensado a partir de bases sustentáveis, com objetivos globais de crescimento econômico e social duradouros, considerando a ciência, a equidade e a preservação do patrimônio natural.

Planejadores urbanos, urbanistas e arquitetos há muito se preocupam com a relação homem-natureza. Na década de 1960, Ian McHarg lançou o livro “Design with Nature”, obra considerada pioneira em termos de planejamento sustentável e onde o autor já demonstrava sua preocupação com o meio ambiente.

Interessado em conciliar o meio ambiente e o homem, McHarg (2000) defende que a complexidade do planeta Terra, aliada às suas inúmeras formas de vida devem ser prerrogativas a serem consideradas sempre no processo de planejamento urbano.

Hough (1998) compartilha deste mesmo pensamento e avança um pouco mais na discussão. Preocupado com um urbanismo onde segundo ele, nem o homem nem o meio são ouvidos adequadamente, é enfático quando coloca que as disciplinas responsáveis pela forma da cidade têm muito pouco a ver com os valores humanos e ambientais.

Si el diseño urbano se concibe como el arte y la ciencia dedicados a realizar la calidad del medioambiente físico de la ciudad, a proporcionar lugares civilizados y enriquecedores para la gente que los habita, no hay duda de que las bases actuales del diseño urbano deben ser reexaminadas. Es necesario redescubrir, a través de las ciencias naturales, la esencia de los lugares familiares en los que vivimos (HOUGH, 1998, p. 5).

Para Hough (1998) a paisagem formalista que se tem imposto sobre a diversidade natural original necessita ser repensada já que conceitos como “humanidade” e “natureza” têm sido entendidas como problemas separados. Assim conforme o autor, o desenho urbano formal praticado hoje não tem se preocupado com as formas naturais do sítio onde os assentamentos se realizam bem como também são ignoradas as necessidades físicas e culturais das comunidades que formam hoje a maioria das cidades.

Mota (2003) expõe um outro problema comum aos centros urbanos atuais que é o crescimento rápido e contínuo experimentado pelas grandes e médias cidades, também

conhecido como “inchaço urbano”. Este crescimento é responsável por levar os planejadores a se ocuparem em solucionar os problemas já estabelecidos através de ações corretivas, ao invés de propor novas ações diretivas. Para o autor este fato justifica um traço marcante da urbanização brasileira contemporânea que é o caráter espontâneo e caótico.

[...] as conseqüências deste processo inadequado de crescimento são os já comuns em todas as grandes cidades: falta de condições sanitárias mínimas em muitas áreas; ausência de serviços indispensáveis à vida das pessoas nas cidades; ocupação de áreas inadequadas; destruição de recursos de valor ecológico; poluição do meio ambiente; habitações em condições precárias de vida (MOTA, 2003, p. 18).

No decorrer do século XX, o “inchaço urbano” ocorreu principalmente nos grandes centros urbanos. Houve, conforme já mencionado, uma inversão de populações. O campo esvaziou-se e as cidades cresceram em número de habitantes, em problemas urbano-ambientais e em baixa qualidade de vida. Segundo Marcondes (1999, p. 24), no século XX “os processos de produção do espaço urbano se deram à revelia das utopias urbanísticas e dos paradigmas ambientais”.

A preocupação com a sustentabilidade dos centros urbanos se justifica quando se observa que há muito a população urbana ultrapassou a rural, demonstrando que a tendência do homem contemporâneo é viver nas cidades.

Para atender a uma população em crescimento, os gestores urbanos ampliam sistematicamente o tecido urbano e a implantação de conjuntos habitacionais, destinados às famílias de baixa renda, têm sido uma prática comum na solução do déficit habitacional.

Numa visão sustentável, a proposta urbanística e arquitetônica dos conjuntos habitacionais deve buscar a maximização do conforto humano, minimizando o impacto negativo ao meio. A arquitetura e o urbanismo ambiental ou bioclimático buscam uma concepção de desenho urbano adequado ao lugar e tem, na arquitetura vernácula, seus antecedentes.

Dentro desta ideologia deve estar o esforço em resgatar técnicas e materiais sustentáveis, fazer uso de conhecimentos consolidados e buscar novas soluções ambientalmente corretas a fim de se produzir, tanto uma arquitetura como um urbanismo consciente e preocupado com o futuro do planeta. Olhando desta forma, a natureza deixa de ser obstáculo e torna-se parceira na busca pela convivência harmônica entre homem e o meio.

## CAPÍTULO 2

### AS ORIGENS DO DESENHO URBANO

Este capítulo trata-se de uma busca pelas origens do desenho urbano através dos “rastros” deixados pelo homem durante o seu caminhar através da história, desde suas origens até a atualidade. Pretende-se com isso resgatar as diversas formas e soluções encontradas pelo homem para fixar-se no meio em diferentes épocas, situações e diversidades.

#### 2.1 O DESENHO URBANO NA HISTÓRIA

Apesar de ainda não ter a denominação de desenho urbano, o ato de se buscar o alinhamento das edificações na construção de casas em aldeias primitivas (Figura 01) definindo-se então um arruamento conforme uma determinada orientação; ou o alargamento de espaços vislumbrando as reuniões públicas; ou ainda as decisões tomadas considerando o relevo, a vegetação, o sol, os ventos para ali assentarem os primeiros aglomerados humanos, foram as primeiras decisões urbanísticas tomadas pelo homem que mais tarde viriam a fazer parte dos elementos emblemáticos do desenho urbano.

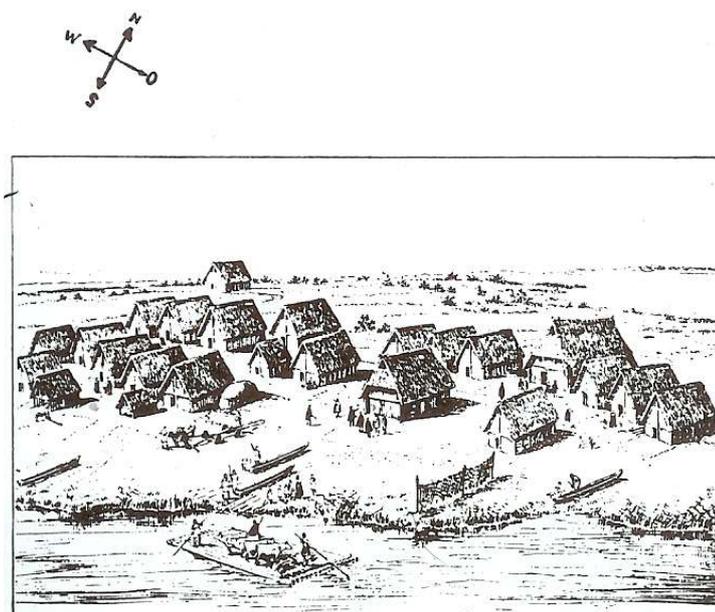


Figura 01 – Reconstrução de aldeia neolítica na Alemanha de cerca de 2.000 a.C.  
Fonte: Benévolo, (2003, p. 17)

Estes elementos que desde o início foram decisivos no momento da escolha de locais apropriados ao assentamento de aldeias, vilas ou cidades, continuam até hoje como

elementos que urbanistas e planejadores urbanos consideram quando se dispõem a projetar cidades, bairros ou qualquer outra forma de assentamento urbano.

Fazendo um passeio pela história do urbanismo buscando os primeiros locais onde o homem procurou para se assentar desde o momento em que este deixou de ser nômade e procurou fixar-se no meio, condições físicas como o relevo, a vegetação e o clima foram fatores determinantes na escolha por determinadas regiões e locais. Os primeiros e primitivos assentamentos podem ser considerados como a forma embrionária das cidades, senão vejamos.

### **2.1.1 As Primeiras Cidades**

De acordo com Guimarães (2004) as primeiras cidades surgiram por volta de 4.000 a.C. com o desenvolvimento de algumas aldeias. Estas se localizavam no Egito ao leste das montanhas da Suméria.

O surgimento das cidades na Suméria, região hoje conhecida como Iraque, está presumivelmente ligado à irrigação. O uso desta tecnologia teve reflexos positivos na abundância de alimentos e permitiu que parte da população, que até então se ocupava somente com a produção de alimentos, estivesse livre para desenvolver outras atividades. Este fato propiciou o surgimento de uma sociedade diversificada e estratificada, desintegrando a sociedade tribal e proporcionando o surgimento de um outro tipo de sociedade mais complexa. É o surgimento da cidade.

A cidade que nasce com o fim da sociedade tribal era mais que uma aldeia maior. Tratava-se de uma sociedade composta por agricultores e especialistas que asseguravam seu sustento por meio do comércio, da fabricação de artefatos e da prestação de serviços e este novo tipo de assentamento maior e mais complexo requeria também uma nova ordenação de espaços que seriam ocupados por camadas sociais diversas, com ofícios distintos, que ofereciam serviços antes inexistentes nas antigas aldeias (GUIMARÃES, 2004).

Para Mumford (1998) a cidade tem suas raízes nas necessidades práticas e econômicas das famílias tribais que se agrupavam em habitats comuns, ainda em uma sociedade de caça e coleta. Os sítios favoráveis como naqueles onde existiam fontes perenes e cristalinas ou os locais sólidos e protegidos ou ainda o estuário rico em peixes e crustáceos constituíam locais propícios ao surgimento das aldeias.

As primeiras cidades surgidas na região da Suméria nasceram próximas a rios, elemento físico determinante para o desenvolvimento da agricultura.

Os locais de surgimento das cidades, porém eram os mais diversos. Surgiram cidades em torno de centro de cerimônias, santuários, templos, cemitérios, cruzamento de trilhas ou caminhos, locais de trocas e de vendas de mercadorias ou mesmo locais antes destinados ao descanso de caravanas.

A localização geográfica como uma península, a curva de um rio ou uma elevação se constituíam em locais apropriados ao surgimento de assentamentos humanos. Estes eram escolhidos por motivos diversos. Ora se buscava a proteção, ora a facilidade do transporte permitida pela proximidade de um rio que também facilitava o comércio; ora era a defesa que levava a decisão para esta e não aquela localização.

Eram locais geográficos escolhidos por particularidades físicas e sociais que justificavam o assentamento de populações.

Desta forma, muitas cidades surgiram próximas a grandes rios, lagos, planícies ou cruzamento de trilhas comerciais. Em verdade o homem sempre buscou assentar-se em locais que mais lhe pareciam favoráveis e facilitasse sua permanência. Estes, porém variavam conforme a cultura, a região geográfica e às necessidades.

### **2.1.2 O Desenho Urbano Grego**

As cidades gregas pelo próprio contexto histórico e cultural, tinham como característica assentar-se sobre elevações.

As primeiras cidades gregas registradas pela história nasceram quase sempre sobre colinas. Eram cidades-estado que brotavam espontaneamente, organicamente, seguindo os contornos naturais do terreno e adaptando-se a ele. Conforme Benévolo (2003), a cidade grega da idade do bronze é um organismo artificial inserido na natureza e em perfeito equilíbrio com ela.

Na Grécia clássica, Hipódamo de Mileto a quem é atribuída o desenho de cidades como Mileto e Rodes, projetou cidades obedecendo a um desenho geométrico (Figura 02) que sistematizou as cidades gregas do período. De acordo com Benévolo (2003, p. 114) as ruas destas cidades são traçadas em ângulo reto, com poucas vias principais no sentido do comprimento o que divide a cidade em faixas paralelas, com um número maior de vias secundárias transversais. Surge desta forma na Grécia clássica, o traçado em xadrez, com quarteirões em retângulos que variam em tamanho para melhor adaptar-se ao relevo.

Nestas cidades gregas do período clássico, as ruas secundárias eram mais estreitas que as principais e possuíam uma largura que variava entre três e cinco metros enquanto que na rua principal a largura variava entre cinco e dez metros. Era um desenho racional,

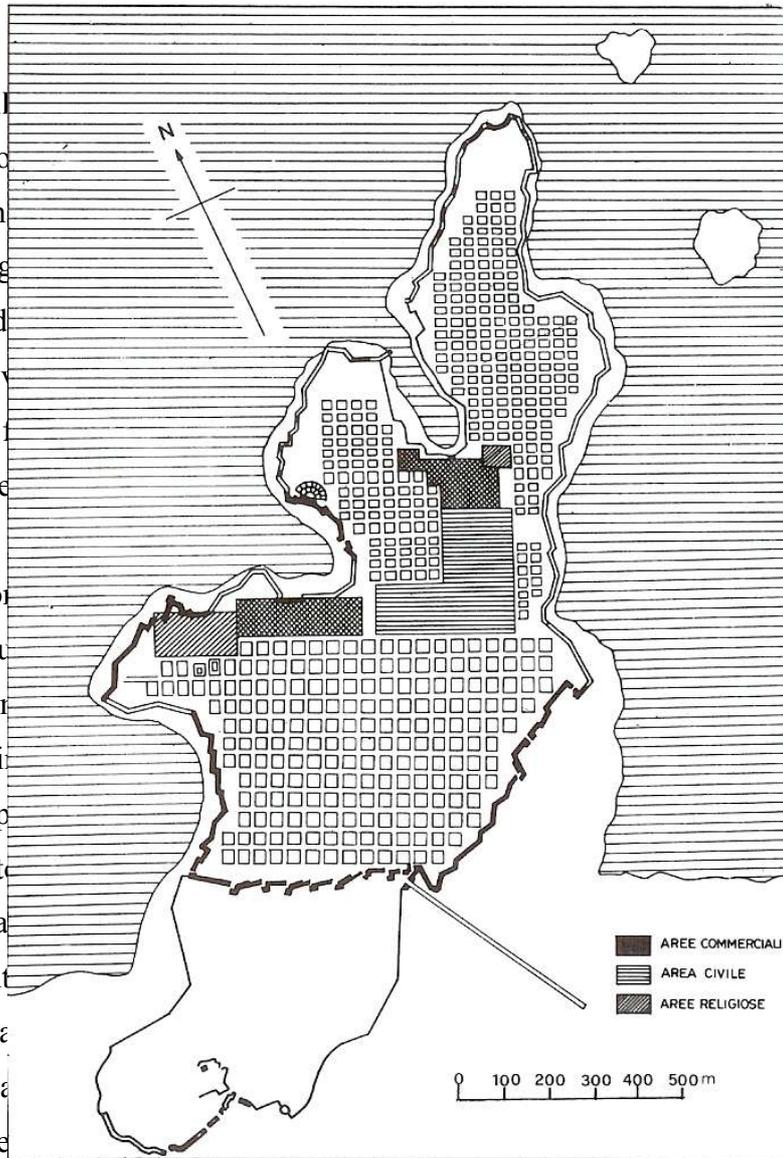
minuciosamente calculado a partir de esquemas mentais predeterminados. Apoiavam-se quase sempre em desenhos geométricos, adaptando-se ao terreno, à lógica espacial, fundiária ou funcional (LAMAS, 2000).

### 2.1.3 O Desenho

Os romanos traçavam as cidades romanas a partir de duas grandes áreas: a área comercial e a área residencial. Tal divisão era evidente onde as duas áreas se encontravam. Seus traçados seguiam o eixo cardo que era a principal via (Lamas, 2004).

A forma básica era o quadrado (Figura 2). Para o assentamento de uma cidade de 150 (cento e cinquenta) habitantes, o espaço era dividido em um bloco compacto de ruas curvas que se ligavam às pontas do quadrado.

Ainda hoje se considera as ruas essenciais na estrutura urbana.



As novas cidades romanas, traçadas a partir de esquemas geométricos, adaptando-se ao terreno, à lógica espacial, fundiária ou funcional (LAMAS, 2000). Os romanos, do general. A direita ou IMARÃES, e a de um l do traçado (setenta) a envolvendo o nterrompida o intuito de de romana, elementos atributos do

Figura 02 – Planta da cidade de Mileto desenhada por Hipódromo no século V a.C.  
 Fonte: Benévolo, (2003:116)

do traçado quando coloca que os critérios seguidos na orientação das novas cidades apontavam primordialmente para a topografia e a higiene, onde o caimento ou inclinação das vias públicas eram dispostos de tal maneira que facilitasse a drenagem. Guimarães (2004) ressalta ainda o cuidado com a implantação dos edifícios públicos, assentados voltados para o leste e com os aposentos das habitações que eram edificadas de tal forma que ambientes como sala de estar e dormitórios eram protegidos do sol de verão e expostos ao sol de inverno.



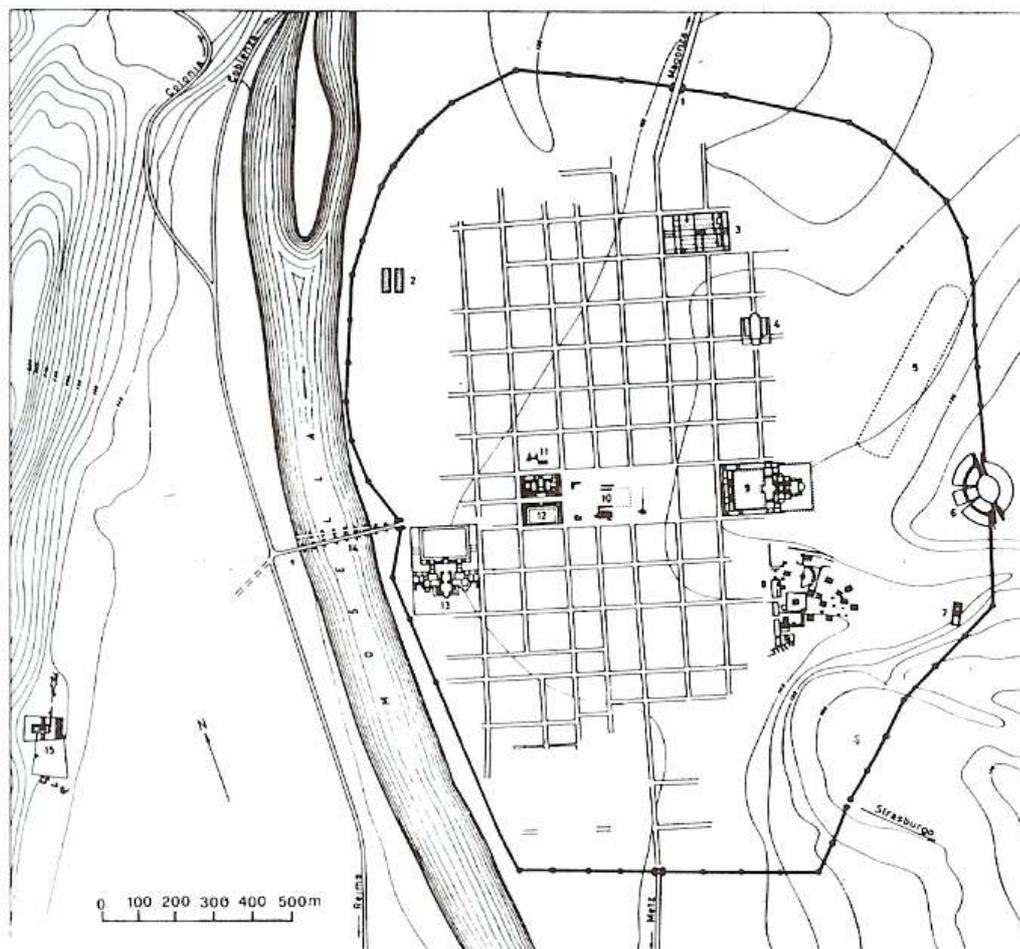


Figura 03 – Planta da cidade romana de Treves no século IV a.C.  
Fonte: Benévolo, (2003:203)

#### 2.1.4 O Desenho Urbano das Cidades Medievais

Muitas cidades medievais foram (re) construídas sobre antigas cidades romanas pré-existent, aproveitando o traçado e os edifícios públicos num primeiro momento. Com a necessidade de crescimento novos arruamentos iam surgindo organicamente, conforme o relevo.

A cidade medieval era formada por mercadores, artesãos e lojistas aglomerados em casas e oficinas alinhadas ao longo das vias principais. Na área central, assim como nas cidades romanas, encontravam-se os edifícios públicos ladeando praças que variavam de forma e tamanho, conforme a cidade (GUIMARÃES, 2004).

A cidade medieval possuía ruas estreitas e tortuosas, de configuração concêntrica ou radial concêntrica com poucos palmos de largura, intercalando espaços que ora estreitavam, ora se alargavam.

Devido à necessidade de conservação de calor dos climas frios europeus e a área

urbana restrita pela muralha (Figura 04), as casas eram construídas em fileiras, coladas uma às outras, ao longo de ruas de traçado orgânico, aproveitando todo o espaço. A verticalização das casas também era devida à falta de espaço. Uma nova muralha só era construída quando não existia mais lugar onde se pudesse construir. Assim, as casas cresciam em altura, ao longo de ruas estreitas, labirínticas e sombreadas pela projeção das edificações (GUIMARÃES, 2004).

O traçado medieval chama a atenção para a observância dos elementos físicos, climáticos e culturais quando do desenvolvimento do traçado. O clima frio europeu é fator determinante na proximidade das edificações e a forma labiríntica das ruas conferia familiaridade e segurança aos moradores contra possíveis invasores.

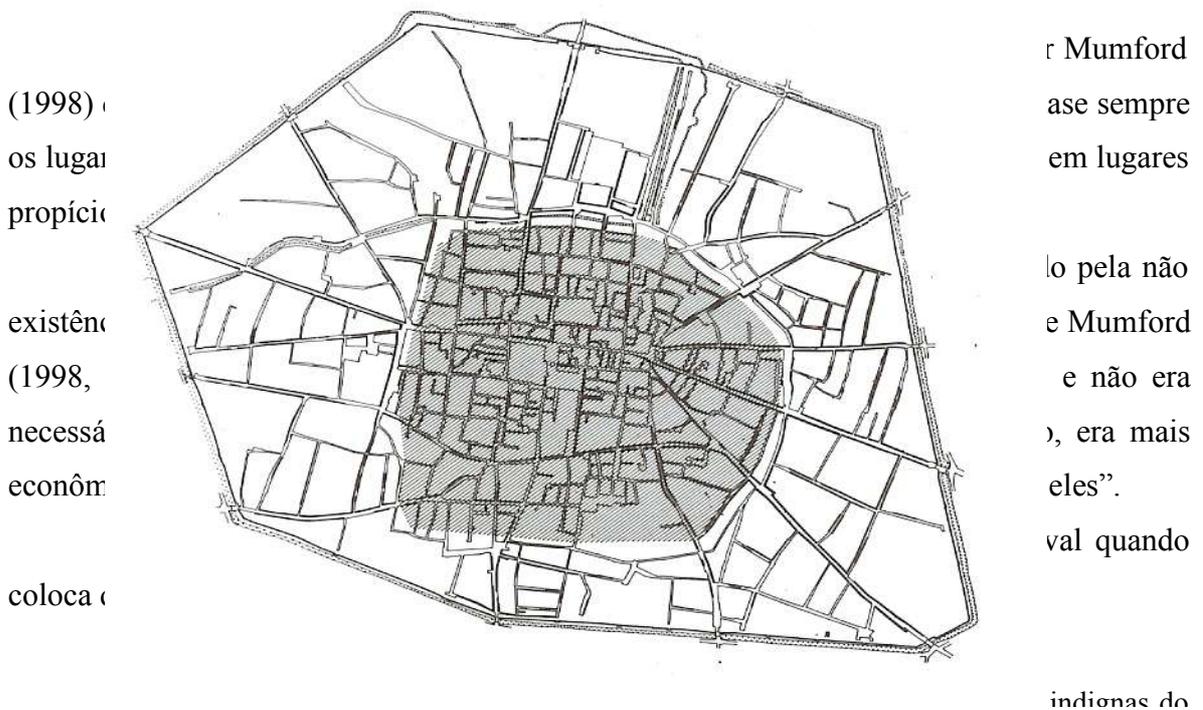


Figura 04 – Planta da cidade de Bolonha no século XII A área escura corresponde ao primeiro cinturão de muralha.  
Fonte: Benévolo, (2003:326)

universal; e seus próprios afastamentos e irregularidades, em geral, não são apenas válidos, porém, muitas vezes, sutis na sua mistura de necessidades prática e visão estética (MUMFORD, 1998, p.329).

### 2.1.5 O Traçado das Cidades no Renascimento

O século XV é marcado pelo aumento do uso das carroças que, devido aos avanços tecnológicos se tornam de uso corriqueiro, já que as rodas ao ganharem novo

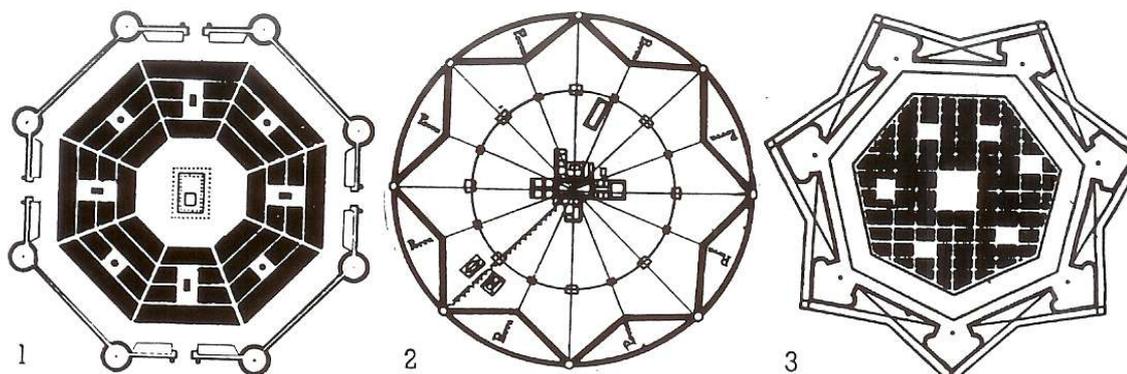
sistema construtivo permitem a construção de mais unidades e o aumento da frota circulante. Em função disso, as ruas das cidades medievais que serviam quase que exclusivamente a pedestres, tiveram que ser modificadas.

Neste período junto aos princípios clássicos do Renascimento, surgem as avenidas. As ruas das então cidades medievais começam a obedecer a um traçado retilíneo; as praças são ampliadas e novos setores são incorporados dentro da muralha o que proporciona o surgimento de espaços destinados a novas atividades que agora fazem parte da cidade renascentista. Devido a este fato ocorrem tanto demolições como a incorporação de áreas adjacentes às muralhas (GUIMARÃES, 2004).

O século XV e o século XVI foram marcados por vários tratados de cidades ideais assentados em critérios puramente geométricos e racionais. Neste período a cidade foi pensada como uma invenção artística e política. Surgiram traçados caracterizados pela forma estelar, com ruas concêntricas ou ortogonais, com distinção entre as áreas administrativa, funcionais, o centro político e o religioso (Figura 05). Tudo cercado por um muro fortificado. Foi à época dos estudos, tratados e discursos onde a forma da cidade é subordinada a racionalidade da geometria, sendo a forma radiocêntrica objeto de numerosas especulações renascentistas que buscavam o traçado da cidade ideal (LAMAS, 2000).

Porém, enquanto a arquitetura se desenvolve, o urbanismo renascentista se restringe às teorias que, excetuando algumas experimentações, se expressa apenas por meio de tratados e desenhos de cidades ideais. Sua aplicação fica condicionada às transformações advindas da necessidade de expansão do espaço urbano que, por motivos demográficos, sofrem transformações reparadoras. Isto porque o tamanho das cidades medievais, contida por muralhas, não permitia alterações significativas nos traçados a não ser através de medidas drásticas, que “rasgaram” o tecido urbano permitindo a criação de espaços públicos ou praças com arruamento retilíneo que reestruturaram cidades e possibilitaram o surgimento de novas vias de circulação. Exemplo típico foi o acontecido em Paris, em 1746, onde o tecido medieval foi enriquecido com dezenove praças, muitas delas em forma de estrela com ruas de acesso divergentes em forma de raios. Mais tarde, um projeto revolucionário traçado por um comitê reunido entre 1793 e 1797 previa a abertura de várias avenidas e a criação de rotatórias para organizar o tráfego (GONSALES, 2005).

Neste período a Europa entra em um novo conceito cultural e estético, só abandonados no século XX, com o movimento moderno (LAMAS, 2000).



romana do tabuleiro de xadrez, a exemplo da cidade de Turim (Figuras 06, 07, 08 e 09) que

passa Figura 05 – Cidades ideais renascentistas: 1. Vitruvius – reconstituição descrita mas não desenhada; 2. Filarete (1457 – 1464); 3. Pietro Cataneo (1554)  
 Fonte: Lamas, (2000, p. 169)

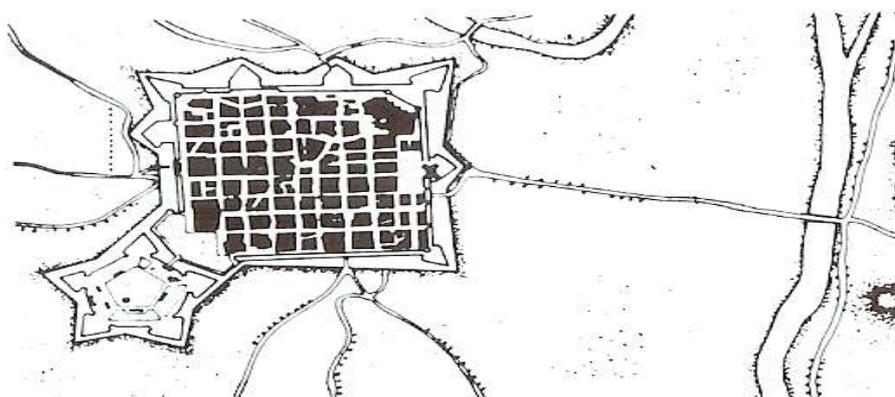


Figura 06 – Planta inicial da cidade de Turim no século XVII.

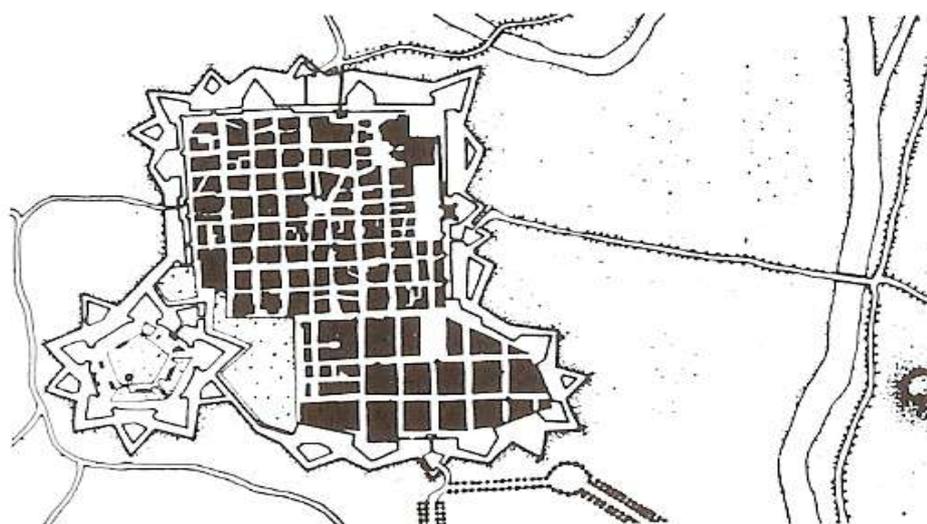


Figura 07 – Planta de Turim com a primeira ampliação projetada em 1620  
 Fonte: Damásio, (2002, p. 526)



Figura 08 – Planta de Turim da segunda ampliação em 1673  
Fonte: Benévolo, (2003, p. 526)

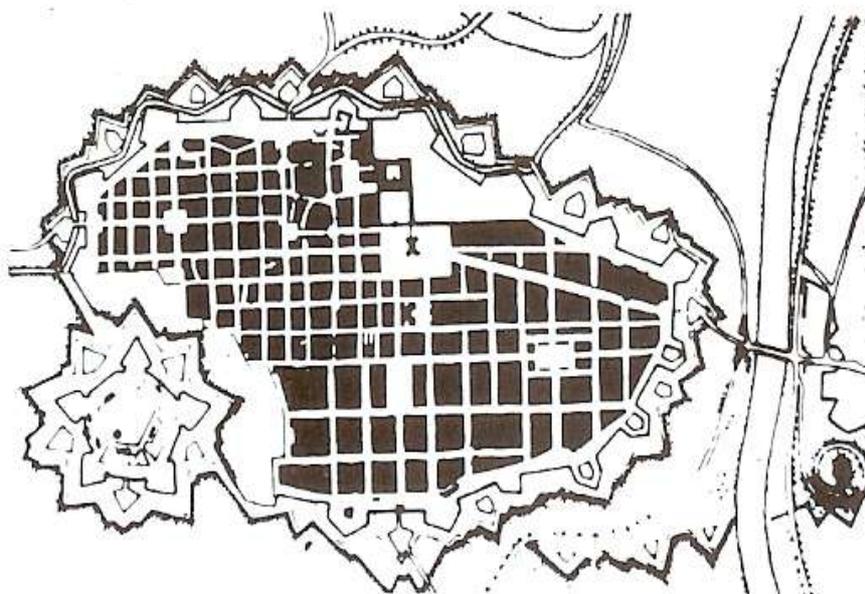


Figura 09 - Planta de Turim na terceira ampliação projetada em 1714  
Fonte: Benévolo, (2003, p. 526)

Para Guimarães (2004, p. 52) “o Barroco seria um prolongamento em escala monumental do Renascimento”.

### **2.1.7 O Desenho Urbano das Cidades na América Espanhola**

As cidades fundadas pelos espanhóis na América surgiram a partir de traçados pré-determinados, importados de Madrid. Na Europa do século XVI e XVII era comum o uso de esquemas de planejamento urbano em países como Espanha, França e Itália (SANTOS, 2001).

O conceito do tabuleiro de xadrez comumente adotado, geralmente constituía-se de uma planta com formato quadrado, composto de ruas retilíneas e ortogonais. No centro do traçado, a supressão de alguns quarteirões, solução adotada ainda no traçado romano, permitia a locação de uma grande praça onde ficavam os edifícios públicos, a igreja matriz e as residências dos moradores mais abastados.

Esse traçado regular e previsível, com a presença quase constante da grande praça central (da qual partiam as ruas em esquadro e quase sempre em número de oito), fazia parte do código urbanístico intitulado “Leis das Índias”, instituído pelo rei espanhol Felipe II no ano de 1573 onde consagra a planta ortogonal utilizada tanto na metrópole como nas colônias espanholas (SANTOS, 2001).

- **A Lei das Índias**

A lei instituída por Felipe II no século XVII possuía regras que nortearam tanto as cidades espanholas como serviu de diretriz ao traçado das cidades portuguesas colonizadas por este país na América. Por ser bastante minuciosa, a lei orientava desde a escolha do sítio (salubridade, clima, relevo) à forma em como proceder em relação ao convívio com as populações nativas (SANTOS, 2001).

Algumas regras constantes da Lei das Índias referentes ao traçado urbano são interessantes de serem mencionadas como:

- 1 - O plano composto por lotes deveria ser implantado a partir da praça principal, de onde sairiam as ruas, que se prolongavam às portas e ruas exteriores;
- 2 - A praça principal, denominada de praça maior, deveria estar situada no centro da cidade;
- 3 - O comprimento da praça deveria ser maior do que a sua largura, no mínimo uma vez e meia (forma adequada para os festejos com ou sem cavalos);
- 4 - A largura da praça não deveria ser inferior a duzentos pés. Em contraponto, o tamanho máximo não deveria ultrapassar a medida de quinhentos pés de largura e oitocentos pés de comprimento; sendo que o tamanho ideal seria o de quatrocentos por seiscentos pés;
- 5 - Os quatro ângulos deveriam estar direcionados para os pontos cardeais, pois desta forma, as ruas que se iniciam na praça não ficariam expostas aos quatro ventos principais (POLIÃO, 1999<sup>2</sup>).
- 6 - As ruas deveriam ser largas nas regiões frias e estreitas nas regiões quentes. Nas áreas que necessitam de defesa, as ruas deveriam ser largas para permitir o acesso dos cavalos.

Para Dantas (2004) as cidades coloniais hispano-americanas não acompanharam a evolução da Europa, onde o barroco era o que de mais novo estava acontecendo. Os traçados ortogonais tornaram-se unanimidade, desconsiderando as especificidades locais e tornando o urbanismo americano do século XVIII monótono, a exemplo de cidades como Buenos Aires na Argentina (Figura 10).

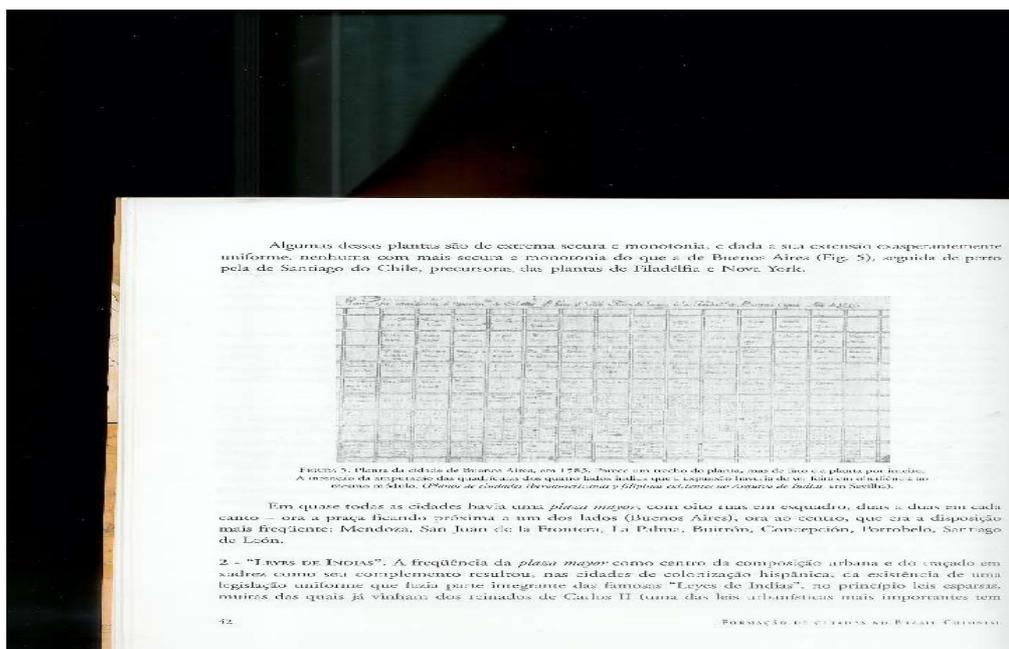


Figura 10 – Planta da cidade de Buenos Aires em 1583.  
 Fonte: Santos,( 2001:42)

<sup>2</sup> As recomendações sobre a orientação das ruas é parte do Primeiro Livro de Vitruvius, parte VI

ordenamento  
 ordenamento

em relação ao  
 s últimos já  
 ser observado  
 lação ao que  
 s edifícios e  
 e como atuar  
 como um caso  
 am variar de  
 ítos contidos nas  
 des, iam passando

de uma para outras e constituindo-se em corpo de doutrina.

As cartas régias que chegavam do reino ao Brasil baseavam-se em antigas tradições urbanísticas portuguesas. Desta forma as vilas e cidades brasileiras apresentavam ruas com alinhamento uniforme, onde as residências obedeciam à linha das ruas e as ruas eram definidas pelo alinhamento das casas. Os lotes também uniformes possuíam pouca frente e grande profundidade com as residências construídas sobre os limites frontal e lateral destes (Santos, 2001).

Tentativas da coroa portuguesa no sentido de dar uma conformação mais definida e regular às suas povoações foram feitas através das Cartas Régias, acordos das Câmaras e despachos da Coroa. Houve uma preocupação por parte do reino em ordenar os assentamentos segundo o princípio das Leis das Índias, adotado pela colonização espanhola.

Na carta régia de 1761, onde são criadas 08 vilas no Piauí e Oeiras é elevada a capital da Capitania, há a indicação clara quanto ao ordenamento e composição do traçado urbano das novas freguesias. Na carta é observada a preocupação com o ordenamento do traçado, numa clara alusão à normalização que impunha o código urbanístico espanhol “Leis das Índias”, adotado pelos conquistadores hispânicos. As normas se referem, dentre outras coisas, à praça principal com o pelourinho e os principais edifícios públicos; aos terrenos e quintais; a uniformidade das fachadas (numa preocupação clara com a estética) e a largura das ruas (SANTOS, 2001).

Paulo Barreto<sup>3</sup> citado por Santos (2001, p. 58), referindo-se à carta régia de 1761, coloca:

Não é preciso salientar o valor deste documento do ponto de vista arquitetônico e urbanístico e até moral. Assim é que as cidades do Piauí surpreendem pelo número de praças, pela unidade arquitetônica, pela largura das ruas, pelo seu bom traçado. Essas cidades que, desde então vêm realmente crescendo, apresentam-se-nos como se fossem delineadas hoje, e em observância aos bons princípios. Essas cidades já nasceram urbanizadas.

---

<sup>3</sup> Paulo Tedim Barreto é autor de trabalho de pesquisa acerca de Oeiras e outras oito povoações do Piauí intitulado “O Piauí e sua arquitetura”, publicado na Revista número 2 do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN - em 1938.



Figura 11 – Projeto da Avenida da Ópera com as edificações desapropriadas e demolidas em Paris. Fonte: Benévolo, (2003, p. 59)

Moderno.

Desta corrente originou-se a arquitetura pós-moderna que objetivava uma recuperação e uma reinterpretação de símbolos e linguagens tradicionais e populares (DEL RIO, 1990). A partir do descontentamento da população submetida a ambientes modernistas e resistentes a programas de intervenção urbana, surge um movimento reivindicatório em torno de uma maior participação da população sobre as decisões urbanísticas e da própria noção de progresso e de desenvolvimento. É neste período que aparecem os grupos de defesa do meio ambiente e da ecologia. Começa-se a questionar também o uso dos recursos não-renováveis, a noção de produtividade econômica e aumenta a pressão pelo melhor aproveitamento dos recursos disponíveis utilizados na arquitetura. A participação dos próprios usuários na produção do ambiente construído é reivindicada.

Uma seqüência de fatos demonstra a insatisfação da população com a nova arquitetura que se está produzindo (Figura 12). As críticas eram dirigidas aos novos paradigmas modernistas, à “máquina de morar” de Le Corbusier, as tipologias surgidas em função do capital especulativo que produzia uma arquitetura indiferenciada, ignorando as peculiaridades próprias dos espaços. Conforme essas críticas, incorria-se em erros como incompatibilidade de contexto, fraco desempenho climático, desrespeito às condições do terreno, linguagem em choque com culturas locais e pobreza de inserção, desconsiderando o entorno.



Figura 12 – Memorial da América Latina em São Paulo/Capital. As linhas modernistas e escultóricas do arquiteto Oscar Niemeyer, conforme, Del Rio (1990) não correspondem às atividades humanas da praça e às condições do sítio.  
Fonte: Del Rio, (1990, p. 37).

simplista do homem e do espaço e assim criarem ambientes que não satisfaziam os usuários. Os resultados eram espaços destoantes das reais necessidades das comunidades ou que simplesmente não atendiam aos objetivos propostos (Del Rio, 1990).

Durante este período são percebidas as limitações do processo e das práticas do planejamento urbano. As dificuldades estariam relacionadas tanto ao plano político como a tecnocratização que envolvia o planejamento. Havia métodos, técnicas e teorias em demasia que só dificultava a implantação. A falta de profissionais na área de planejamento urbano fez com que se despertasse para a lacuna que havia entre os dois pólos: A Arquitetura e o Urbanismo.

A Arquitetura mostrava-se pouco preocupada com o meio físico e ambiental das cidades e as preocupações dos arquitetos estavam mais voltadas para as buscas por novas tecnologias, novos sistemas construtivos ou giravam em torno de debates formalistas de estilo. Foi o distanciamento existente entre a arquitetura e o planejamento que fez surgir o desenho urbano com suas novas categorias de análise e atuação (DEL RIO, 1990).

Conforme Del Rio (1990, p. 19) algumas questões se destacaram nos debates que vinha ocorrendo no período. Eram questões ligadas às intervenções públicas iniciadas no período do pós-guerra e que reivindicavam “a reposição completa de grandes áreas do tecido urbano consolidado, principalmente aquelas dos antigos centros que, se não haviam sido bombardeados, eram considerados deteriorados ou em decadência”. Junto às intervenções públicas, questionava-se a renovação dos centros urbanos onde o simbólico e o vernáculo era desconsiderado; as dificuldades no planejamento; a não participação da comunidade nas intervenções e o próprio movimento moderno.

Foi a partir destas atitudes críticas, de novos valores surgidos como a preocupação com a ambiência urbana e a sustentabilidade, da necessidade de novas categorias de análise e instrumentos para o controle do desenvolvimento urbano que o desenho urbano se consolidaria enquanto campo de conhecimento.

### **2.2.1 O Urbanismo Sustentável**

Hoje não se pode mais ignorar o fato de que vivemos em um planeta cujos recursos são finitos e que seus atuais habitantes ou as gerações presentes não serão os

últimos habitantes do planeta Terra. Desta forma, a responsabilidade para com o meio ambiente através do uso adequado e sustentado dos recursos naturais deve ser uma preocupação desta geração em respeito às gerações futuras.

O Urbanismo Sustentável procura trilhar caminhos que objetivam proporcionar ao homem qualidade de vida de forma equilibrada e responsável. A observância correta dos atributos bioclimáticos na implantação dos partidos urbanísticos é uma forma sustentável de convivência com a natureza. A busca por meios menos agressivos e menos impactantes de concepção e implantação de malhas urbanas deve ser a meta de planejadores urbanos conscientes e compromissados com a sustentabilidade das cidades e o conforto do morador urbano.

Estudos que abordam a questão do uso e ocupação do solo urbano já foram realizados sob diferentes enfoques, porém apesar disso, conforme observa Romero (1988, p. 11) "a prática do desenho urbano tem se dado sem levar em conta os impactos que provocam no ambiente, repercutindo não só no desequilíbrio do meio como também no conforto e salubridade das populações urbanas".

Romero (1988, p. 11) observa ainda que

O desenho dos espaços deve ser condicionado e adaptado às características do meio, tais como a topografia, revestimento do solo, ecologia, latitude, objetos tridimensionais e clima. Porém estas categorias não têm sido utilizadas, já que as informações pertinentes estão incompletas na literatura ou não são apresentadas numa forma que possa ser utilizada pelos planejadores do espaço.

Dentro deste contexto, uma discussão que pode ser levantada é como o meio ambiente é percebido pelo homem. É comum no planejamento urbano o planejador olhar para natureza como um obstáculo a ser vencido. Na maioria das vezes enxerga-se o meio ambiente como um espaço inóspito, necessitando ser subjogado a fim de se adequar às necessidades humanas.

Mota (2003, p. 18) chama a atenção para as conseqüências que um processo de desenvolvimento inadequado pode trazer tanto ao meio ambiente como ao homem através dos impactos negativos ocasionados por ações impróprias de crescimento como a ocupação de áreas inadequadas, a destruição de recursos de valor ecológico, a poluição, a falta de saneamento ou ainda habitações em condições impróprias de uso.

Romero (1988, p. 11) observa que "[...] para que a ação transformadora do meio físico seja corretamente desenvolvida, fazem-se necessárias a organização e a

instrumentalização das informações sobre os elementos físico-ambientais [...]”.

Com essa afirmação a autora invoca os princípios da sustentabilidade urbana que tem na arquitetura bioclimática um instrumento de otimização do desenho através do conhecimento particular dos atributos físicos, ambientais, históricos, culturais e econômicos do lugar, numa afirmação sobre o caráter multidisciplinar do desenho urbano sustentável.

## 2.2.2 O Planejamento Urbano e a Preocupação Ambiental

Ainda são poucos os estudos que têm o caráter ambiental da forma urbana como objeto de estudo. A respeito disso, Romero (2001, p. 147) faz a seguinte afirmação:

As considerações ambientais, em geral, não aparecem entre as premissas adotadas no processo formal de materialização da forma urbana. Do ponto de vista ambiental, o espaço urbano tem sido tratado por poucos autores, pois a maioria tem-se dedicado ao cuidado do edifício.

Em “Arquitetura Bioclimática do Espaço Público” a autora apresenta um Quadro intitulado “aspectos da análise do urbano” (Quadro 01) onde relaciona atributos para a análise ambiental do espaço urbano, agrupados em quatro grandes categorias temáticas: a forma, o traçado, a superfície e o entorno. Cada categoria é composta por elementos pertinentes que auxiliam no planejamento e na definição da forma urbana em busca por um desenho adequado ao lugar. Segundo Romero (2001) a utilização de todas as categorias ou de parte delas no desenho urbano dependerá das necessidades específicas de cada projeto.

Atributos do urbano		Oliveira	Romero	Serra
<b>F O R M A</b>	1. Esbeltez / rugosidade / altura tamanho da área construída.	X	X	X
	2. Compacidade / espaçamento / densidade /adjacência	X	X	X
	3. Porosidade / transparência / perfuração / profundidade.	X		X
<b>T R A Ç A D O</b>	1. Uso do solo	X		
	2. Orientação: sol, ventos, som, equilíbrio da radiação e luz natural.	X	X	
	3. Rua: orientação, tamanho, alinhamento.	X	X	
	4. Subdivisão de lotes: orientação, forma, tamanho	X	X	
	5. Tamanho dos espaços públicos: umidade, albedo, luminosidade, materiais superficiais.		X	

S U P E R F Í C I E	1. Detalhes edificatórios que afetam as condições externas.		X	
	2. Textura	X		X
	3. Propriedades físicas dos materiais	X	X	
	4. Cor			
		X	X	X
E N T O R N O	1. Paisagismo: variedade topográfica, direção da trama, regularidade		X	X
	2. Vegetação - parques e áreas verdes		X	X
	3. Obstruções sólidas/ anteparos		X	X
	4. Localização na região		X	X
	5. topografia: pendente, orientação, presença de água		X	X

Quadro 01 – Relação de atributos para análise bioclimática urbana e autores que desenvolveram trabalhos no assunto.

Fonte: Adaptado de Romero, (2001, p.152)

Em “Cidade e o clima: o clima urbano como instrumento de controle do clima urbano”, Oliveira (1985), relaciona os atributos do desenho urbano que interferem no clima e na ambiência urbana, em:

- **Rugosidade e Porosidade** - Influenciam na qualidade do ar, no movimento, velocidade e direção dos ventos e favorecem a ventilação cruzada, e o conforto térmico;
- **Densidade** – Está relacionada às altas temperaturas, dependendo do alto coeficiente de ocupação do solo;
- **Tamanho (dimensão)** – É destacado que quanto maior a estrutura urbana, maior a quantidade de fontes de calor e de poluentes, assim como também é maior a entropia;
- **Ocupação do solo** – Está relacionado ao zoneamento. A concentração de atividades numa determinada área concentra também os subprodutos destas áreas. Há que se equilibrar centralização/descentralização, concentração/dispersão de atividades e a proporção de áreas verdes;
- **Orientação** – Está relacionada ao posicionamento do assentamento junto aos caminhos aparentes do sol, dos ventos, considerando elementos naturais como o mar, os rios, a montanha, dentre outros;
- **Permeabilidade do solo** – A superfície do solo urbano é mais impermeável devido a grande quantidade de elementos construídos, tanto para habitação como para a

circulação. Este alto grau de impermeabilização reduz a umidade do ar, a evaporação (devido a pouca absorção das águas pluviais), um aumento na acumulação da radiação térmica, inundações e altas temperaturas que provocam baixa pressão atmosférica gerando a concentração de massas úmidas;

- **Propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes** - As propriedades físicas de materiais como concreto, cimento, asfalto que constituem a grande massa edificada na estrutura urbana influem na quantidade de energia térmica acumulada e irradiada para a atmosfera, contribuindo para aumentar as temperaturas.

Vidal (1991) em trabalho intitulado “Influência da morfologia urbana nas alterações da temperatura do ar na cidade de Natal” coloca que a cidade é formada por uma coleção de microclimas que variam dentro da malha urbana em função da morfologia e do uso do solo. Desta forma, a autora cita os seguintes atributos: conformação espacial, tamanho da estrutura urbana e quantidade de fontes de calor e poluentes, ocupação do solo, áreas verdes, orientação, densidade, rugosidade, porosidade, permeabilidade e propriedade termodinâmica dos materiais também citados por Oliveira (1985), como condicionantes da ambiência urbana.

Referindo-se ao uso e ocupação solo urbano como um dos atributos citados por Oliveira (1985,1988), Mascaró (2003) evidencia que a correta ocupação do solo deve acontecer de modo a promover a drenagem adequada das águas e a estabilidade das construções além de contribuir para a preservação da paisagem natural, da vegetação local e do barateamento dos sistemas pluviais.

Essa ocupação “correta” pode ser alcançada através da observação das declividades ideais para as redes de drenagem que está entre 2% a 6%. Declividades menores que 2% criam problemas de sedimentação por baixa velocidade nas tubulações, enquanto que declividades maiores que 6% aumentam a velocidade e ocasionam erosão no interior das mesmas (MASCARÓ, 2003).

Para Mascaró (2003), a declividade também interfere na circulação de pedestres, devendo ser considerada no traçado das vias de circulação (Quadro 02).

Nível de declividade ( i )	Condição de circulação pelo pedestre
$I < 7\%$	Os pedestres circulam com muito conforto; os pavimentos podem ser de baixo atrito ou inclusive, pela grama, sem problema nenhum. Os deficientes circulam com suas cadeiras, confortavelmente.
$7 < i < 10\%$	Os deficientes ainda podem circular, mas com dificuldade crescente.

$7 < i < 13\%$	Os pedestres circulam bem em caminhos rampeados mais os pavimentos devem apresentar atrito razoável.
$13 < i < 20\%$	Os pedestres ainda podem circular, mas os pavimentos devem apresentar atrito muito forte. A circulação não deve ser em rampas muito longas, pois são cansativas e perigosas.
$20 < i < 40\%$	Para que pedestres circulem com estas declividades, deve-se recorrer a tramos de escadas intercalados com patamares ou com rampas.
$i > 40\%$	Para que os pedestres possam circular com certo conforto, é necessário inclinar escadas ou rampas em relação às curvas de nível, até diminuí-las a uma inclinação aceitável (40%).

Quadro 02 – Condição de circulação de pedestres conforme a declividade ( i ).

Fonte: Mascaro, (2003, p. 24).

Mota (2003) também chama a atenção para a correta ocupação do solo quando coloca que em um projeto de loteamento deve-se considerar a topografia do terreno e a drenagem natural das águas, procurando a adequabilidade do traçado às mesmas. O autor também destaca os valores das taxas de ocupação do solo que devem variar conforme o tipo de solo, a vegetação, o escoamento natural, a extensão do declive, o tipo de ocupação desejada lembrando que as taxas exatas de ocupação ficam a critério do planejador que deve conhecer as características do sítio (Figura 13).

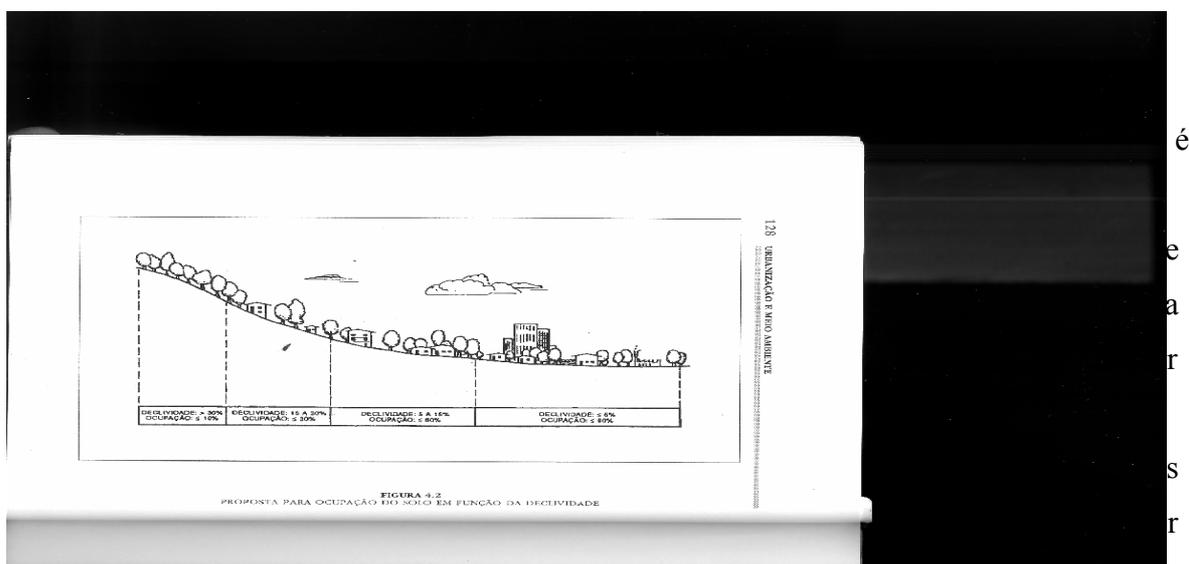


Figura 13 – Proposta para ocupação do solo em função da declividade.

Fonte: Mota,(2003, p.128).

condições de salubridade e conforto no espaço urbano. Desta forma é o planejador o responsável pela convivência pacífica entre homem e natureza através do equilíbrio entre o desenvolvimento e o meio ambiente numa evocação ao princípio do desenvolvimento sustentável.

## CAPÍTULO 3\

### CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

#### 3.1 O MÉTODO

Numa concepção bioclimática do espaço urbano, vários aspectos podem ser considerados dentro da proposição urbanística de um assentamento.

O desenho urbano ambientalmente correto busca minimizar os impactos ambientais negativos e maximizar o uso dos recursos naturais, ao mesmo tempo em que procura atender aos anseios de conforto e qualidade de vida, observando os critérios de sustentabilidade urbana.

Em “Metodologia do desenho urbano considerando os atributos bioclimatizantes da forma urbana”, Oliveira (1993) redefine os atributos da forma urbana, considerando as características do sítio e a massa edificada.

Em “Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano”, Romero (1988) apresenta princípios bioclimáticos para a forma urbana em regiões de clima tropical onde estabelece critérios para o desenho urbano ambientalmente correto, considerando dois atributos: o sítio e a morfologia do tecido.

Este trabalho de estudo de caso faz uso das metodologias de Oliveira (1993) e Romero (1988) considerando os atributos apresentados pelos autores no processo de análise do conjunto Residencial Hebert de Sousa - Betinho, objeto desta pesquisa.

#### 3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida obedecendo as seguintes etapas:

- Caracterização do conjunto Residencial Hebert de Sousa – Betinho considerando os aspectos de sua formação, perfil socioeconômico dos habitantes formado por famílias de baixa renda, condições ambientais, características físicas do local de implantação e a legislação pertinente;
- Desenvolvimento da Análise Bioclimática da área em estudo, por meio da aplicação das metodologias de Oliveira (1993) e Romero (2001);
- Proposição de diretrizes de conforto para adequação do desenho urbano de conjuntos habitacionais populares em Teresina, a fim de contribuir com a política habitacional da cidade.

### 3.3 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE OLIVEIRA

Considerando o desconforto climático urbano, o consumo energético para a climatização dos ambientes urbanos e a necessidade de se buscar formas sustentáveis de habitabilidade que proporcione conforto com economia, Oliveira (1993) redefine os atributos para o desenho da forma urbana e os enumera, distribuindo-os dentro de duas linhas de análise do ambiente urbano: Quanto aos atributos relacionados ao sítio e quanto aos atributos relacionados à massa edificada.

Para o autor supracitado, a arquitetura ambientalmente correta possui três objetivos principais, que são: a) o conforto ambiental; b) a economia ambiental e c) a sustentabilidade ambiental. E, afirma ainda, que para se alcançar estes objetivos é preciso que a forma urbana seja pensada como instrumento de controle do clima urbano, buscando a minimização dos impactos ambientais e do consumo energético. Para análise do desempenho bioclimático de determinada área, são enfocados 17 atributos sendo que, cinco deles são relacionados ao sítio natural e 12 atributos dizem respeito à massa edificada.

Desta forma, em relação ao sítio natural, o autor considera os seguintes atributos:

- Relevo - declividade
- Relevo - orientação
- Relevo - conformação geométrica
- Relevo - altura relativa
- Solo - natureza.

Enquanto que, referente à massa edificada, o autor citado faz referência aos atributos abaixo:

- Formato - horizontalidade,
- Formato - verticalidade,
- Formato - densidade/ocupação do solo,
- Formato - orientação ao sol,
- Rugosidade - diversidade de alturas,
- Rugosidade - fragmentação,
- Rugosidade - diferencial de alturas,
- Porosidade - tipo de trama,
- Porosidade - orientação aos ventos,

- Porosidade - continuidade da trama,
- Pisos/tetos - permeabilidade e
- Vegetação - áreas verdes.

Em sua metodologia de análise, Oliveira (1993) especifica cada atributo, valorando-os, ou seja: o autor qualifica cada atributo através de um quadro-resumo que possui uma escala de valores com pontuação que varia de 1 (um) a 5 (cinco) e obedecem a critérios de classificação e pontuação, segundo alguns tipos de clima.

Ao todo são apresentados 18 (dezoito) Quadros valorativos. Estes permitem chegar à pontuação final do desenho analisado tornando possível responder acerca da adequabilidade do desenho ao sítio e desta forma concluir se o mesmo possui características ambiental e bioclimaticamente corretas ou se carece de redesenho.

Conforme Oliveira (1993) os climas são pré-existent e servem de “cenário” para a inserção urbana, sendo classificados segundo o potencial térmico-energético e o teor de umidade. Desta forma o autor faz a análise do desenho urbano conforme cinco tipos de climas: quente-úmido (QU), quente-seco (QS), tropical de altitude (TA), temperado (TP) e frio (FR).

### 3.3.1 Atributos Bioclimatizantes da forma urbana relacionados ao sítio

#### 3.3.1.1 Relevô - declividade:

Pelo Quadro 03 é obtida a pontuação em relação à declividade, classificada em muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, fornecendo uma pontuação em valores de cinco a um, em relação ao clima típico do local.

Faixa Declividades (%)	Classificação	Pontuação				
		QU	QS	TA	TP	FR
de 0 a 3	muito baixa	4	5	5	5	5
De 4 a 13	baixa	5	4	4	4	4
De 14 a 29	média	3	3	3	3	3
De 30 a 50	alta	2	2	2	2	2
> de 50	muito alta	1	1	1	1	1

Quadro 03 - Classificação e pontuação da declividade do sítio  
 Fonte: Oliveira, (1993).

#### 3.3.1.2 Relevô - orientação:

O Quadro 04 apresenta a pontuação das orientações Norte; Nordeste ou Noroeste; Leste; Oeste e Sul, e relação aos tipos de clima.

Orientação (para hemisfério sul)	Pontuação				
	QU	QS	TA	TP	FR
N	5	5	5	5	5
NE ou NO	4	4	4	4	4
L	3	3	3	3	3
O	2	2	2	2	2
S	1	1	1	1	1

Quadro 04 - Orientações das declividades e pontuação.  
Fonte: Oliveira, (1993).

### 3.3.1.3 Relevo - conformação geométrica:

A pontuação do atributo é obtida analisando a configuração geométrica do sítio (concauidade, plano e convexidade), considerando o tipo de clima (Quadro 05).

Conformação Geométrica	Pontuação				
	QU	QS	TA	TP	FR
concauidade	1	3	1	3	3
Plano	3	5	5	5	5
convexidade	5	1	3	1	1

Quadro 05 - Pontuação em relação à conformação geométrica.  
Fonte: Oliveira, (1993).

### 3.3.1.4 Relevo - altura relativa:

A altura relativa é considerada como sendo a cota de altura que vai do fundo do vale ou crista da onda até as bordas da conformação geométrica e a extensão do vale ou domo. Seja a forma côncava ou convexa. Abaixo no Quadro 06, para pontuação após análise do sítio.

Altura relativa	Pontuação				
	QU	QS	TA	TP	FR
Grande altura positiva	5	5	4	2	1
altura média positiva	4	4	5	4	3
Plano horizontal	3	3	3	5	5
altura média negativa	2	2	2	3	4
Grande altura negativa	1	1	1	1	2

Quadro 06 - Pontuação referente às alturas relativas.

Fonte: Oliveira, (1993).

### 3.3.1.5 Solo - natureza

Para a pontuação em relação solo-natureza leva-se em consideração o tipo de solo, que pode ser silicoso, calcário, argiloso, arenoso e vulcânico, em relação ao tipo de clima (Quadro 07).

Tipo de solo	Pontuação				
	QU	QS	TA	TP	FR
Silicoso	4	3	2	3	3
Calcário	2	1	1	5	5
Argiloso	3	5	5	4	2
Arenoso	1	2	2	2	4
vulcânico	5	4	3	1	1

Quadro 07 - Pontuação em relação ao tipo de solo

Fonte: Oliveira, (1993).

## 3.3.2 Atributos bioclimatizantes da forma urbana relacionados à massa edificada

### 3.3.2.1 Formato - horizontalidade

Oliveira (1993) considera alguns tipos de trama na análise bioclimática do desenho. Abaixo, no Quadro 08, os tipos utilizados pela metodologia e pontuação.

Horizontalidade	Pontuação				
	QU	QS	TA	TP	FR
Circular	1	5	1	1	5
Quadrada	2	4	2	3	4
Alongada	3	3	5	5	3
Tentacular	5	2	5	4	2
núcleo com satélites	4	1	4	1	1

Quadro 08 - Pontuação para o formato-horizontalidade  
Fonte Oliveira, (1993).

### 3.3.2.2 Formato - verticalidade

A pontuação em relação à verticalidade considera a altura dos pavimentos em relação ao tipo de clima (Quadro 09).

Altura em pavimentos	Classificação (quanto consumo)	Pontuação				
		QU	QS	TA	TP	FR
00 a 04	baixo	5	5	5	5	5
05 a 11	médio	4	4	4	4	4
12 a 15	alto	3	3	3	3	3
16 a 25	Muito alto	2	2	2	2	2
= ou > 26	altíssimo	1	1	1	1	1

\*Quanto ao consumo energético

Quadro 09 – Formato-verticalidade (Pfv) \* com classificação e pontuação  
Fonte: Oliveira, (1993).

### 3.3.2.3 Formato - densidade/ocupação do solo:

O Quadro a seguir pontua a densidade da área ocupada. Oliveira (1993) citando Lombardo (1985) justifica o valor colocando que é a partir deste que se percebem as evidências de degradação climática.

P/ Densidade de 300 hab/ha e ocupação do solo (%)	Classificação (quanto consumo)	Pontuação				
		QU	QS	TA	TP	FR
80 a 100	Muito alta	1	1	1	1	1
60 a 79	alta	2	2	2	2	2
40 a 59	média	3	3	3	3	3
20 a 39	baixa	4	4	4	4	4
00 a 19	Muito baixa	5	5	5	5	5

Quadro 10 – Formato-densidade com classificação e pontuação  
Fonte: Oliveira, (1993).

### 3.3.2.4 Formato - orientação ao sol

O atributo formato-orientação ao sol visa analisar o posicionamento do sol incidente nas edificações e o conforto urbano dos pedestres considerando o deslocamento desses no conjunto. No Quadro 11 a pontuação do atributo.

Orientação (sentido maior da trama)	Pontuação				
	QU	QS	TA	TP	FR
L – O	5	5	5	5	5
NE – SO	4	4	4	4	4
NO – SE	3	3	3	3	3
N – S	2	2	2	2	2
Sentido maior variável	1	1	1	1	1

Quadro 11 – Formato - orientação ao sol com classificação e pontuação  
Fonte: Oliveira, (1993).

### 3.3.2.5 Rugosidade-diversidade de alturas-Prdh

No Quadro 12 a classificação e valoração do atributo conforme Oliveira (1993)

Pontuação (Prdh)	Classificação	Número de alturas encontradas
1	Muito baixa	00 a 01
2	Baixa	02 a 04
3	Média	05 a 10
4	Alta	11 a 22
5	Muito alta	= ou > 23

Quadro 12 - Classificação e valoração do atributo rugosidade-diversidade de alturas

Fonte: Oliveira, (1993).

Obs.: A altura média de um pavimento é a unidade de altura

### 3.3.2.6 Rugosidade-fragmentação:

O grau de compacidade ou fragmentação da massa edificada da forma urbana é também um atributo bioclimatizante. .

O Quadro 13 – Rugosidade-fragmentação apresenta proposta de classificação e pontuação que reflete uma valoração quantitativa desse atributo, independentemente do tipo de clima.

Para se encontrar o índice de fragmentação (if) das áreas construídas, é proposta a seguinte fórmula:

$$if = \frac{Q \times T}{A : 10}$$

### Fórmula 01

Onde:

- QT = quantidade total de unidades de área encontradas (unidade de área = uma (1) edificação);
- A = área urbana total (ou parcela em análise), em m<sup>2</sup>;
- 10 = uma constante. É a unidade de área arquitetônica construída, em m<sup>2</sup>.

Pontuação (Prf)	Classificação	Índice de fragmentação (faixa de if)
1	muito baixo	if = ou < 0.10
2	baixo	0.10 > if = ou < 0.40
3	médio	0.40 > if = ou < 0.60
4	alto	0.60 > if = ou < 0.80
5	muito alto	0.80 > if = ou < 1.00

Quadro 13 – Classificação e valoração quantitativa do atributo Rugosidade-fragmentação - Prf

Fonte: Oliveira, (1993).

Observação: if = índice de fragmentação das áreas construídas.

#### 3.3.2.7 Rugosidade - diferencial de alturas

As diferenças entre as alturas da massa edificada, de acordo com seu índice de repetição, também são caracterizadoras do tipo de rugosidade de uma forma urbana.

Conforme Oliveira (1993) para encontrar o diferencial de alturas da forma urbana em questão:

- a) Encontra-se o índice de repetição (ir) de cada uma das alturas (h) encontradas (exceto

- altura do nível do solo);
- Identificam-se as alturas que tiveram  $ir > 0,30$ ;
  - Encontra-se o número de pavimentos médios das unidades de alturas que tiverem  $ir > 0,30$ ;
  - Situa-se esse número de pavimentos médios no Quadro 14 na coluna da média de pavimentos mais altos e encontra-se a respectiva classificação e pontuação (Prdh).

O índice de repetição ( $ir$ ) de uma determinada altura (dentro de uma forma urbana ou parcela urbana) é encontrado com a fórmula 02.

$$ir = \frac{\sum h_n}{A}$$

### Fórmula 02

Onde:

- $ir$  = índice de repetição
- $h_n$  = áreas de mesma altura  $n$
- $A$  = área urbana total analisada

Pontuação (Prda)	Classificação	Média dos pavimentos mais altos
1	Muito baixo	00 a 01
2	Baixo	02 a 04
3	Médio	05 a 10
4	Alto	11 a 22
5	muito alto	= ou > 23

Quadro 14 – Rugosidade-diferencial de alturas (Prda)  
Fonte: Oliveira, (1993).

#### 3.3.2.8 Porosidade-tipo de trama

- Quanto ao tipo de trama (Quadro 15) – este atributo determina uma maior ou menor penetração dos ventos na estrutura urbana e, conseqüentemente, maiores ou menores

trocas térmicas entre os ventos e a massa edificada; determina ainda maior ou menor retirada de poluentes.

Tipo de trama	Pontuação				
	QU	QS	TA	TP	FR
Em xadrez	5	1	3	2	1
Em tijolinho	4	2	3	4	2
Em paralelas	3	5	4	5	5
Em radiais c/ círculos concêntricos	2	3	2	3	3
Aleatória	1	4	1	1	4

Quadro 15 – Porosidade-tipo de trama (Pptt)

Fonte: Oliveira, (1993).

Observação: Para uma estrutura urbana cujas edificações não seguem a trama da malha viária, leva-se em consideração a malha formada pela massa edificada.

### 3.3.2.9 Porosidade-orientação aos ventos

No Quadro 16 Porosidade-orientação aos ventos, considera-se que o posicionamento da trama urbana é a favor de determinados ventos ou brisas quando permite a sua penetração o que propicia formar os corredores de vento alimentando a renovação do ar e permitindo a retirada dos poluentes aéreos.

Posicionamento da trama	Pontuação				
	QU	QS	TA	TP	FR
A favor dos ventos frescos e brisas	5	4	5	4	3
A favor de ventos frescos / contra ventos quentes	-	5	4	-	-
A favor de ventos frescos / contra ventos frios	-	-	2	5	5
Contra os ventos quentes	-	3	3	-	-
Contra os ventos frios	-	-	1	3	4

Quadro 16 – Porosidade-orientação aos ventos (Ppov)

Fonte: Oliveira, (1993).

### 3.3.2.10 Porosidade-continuidade da trama

Continuidade da trama (% da área urbana)	Pontuação				
	QU	QS	TA	TP	FR
80 a 100%	5	5	5	5	5
60 a 79	4	4	4	4	4
40 a 59	3	3	3	3	3
20 a 39	2	2	2	2	2
00 a 19	1	4	1	1	4

Quadro 17 – Porosidade / continuidade da trama (Ppct)  
Fonte: Oliveira, (1993).

Observações:

- 1- Esta valoração refere-se a % da área urbana com trama ideal para determinado clima.
- 2- Caso a trama encontrada numa estrutura urbana não seja uniforme – de um só tipo, pode-se verificar os diversos tipos de trama ocorrentes, considerar a área que ocupam e ponderar assim os valores encontrados no Quadro acima.

### 3.3.2.11 Pisos/tetos - permeabilidade

O Quadro 18, Pisos/tetos-permeabilidade apresenta valoração quantitativa por faixa de área permeável contida na área urbana em questão. Áreas de tetos com solo e vegetação também são levados em consideração para o cálculo dessas áreas permeáveis.

Área permeável (% de A)	Pontuação				
	QU	QS	TA	TP	FR
00 a 19	1	1	1	1	1
20 a 39	2	2	2	2	2
40 a 59	3	3	3	3	3
60 a 79	4	4	4	4	4
80 a 100	5	5	5	5	5

Quadro 18 – Pisos / tetos-permeabilidade (Pptp)  
Fonte: Oliveira, (1993).

Onde: A = área urbana total

### 3.3.2.12 Áreas verdes

A área de vegetação urbana total distribuída sob a forma de parques e jardins em praças, cinturões verdes e vegetação de rua (separando vias e junto a passeios públicos) – serve para evitar as continuidades muito extensas do tecido urbano, diminuindo assim os efeitos negativos da “ilha de calor”.

No Quadro 19, são classificadas e pontuadas as percentagens de área verde por habitante.

m <sup>2</sup> / habitante	Classificação	Pontuação				
		QU	QS	TA	TP	FR
26 a 50	Excelente	5	5	5	5	5
13 a 25	Ótima	4	4	4	4	4
12	Mínimo recomendado pela OMS	3	3	3	3	3
05 a 11	Insuficiente	2	2	2	2	2
01 a 04	Muito insuficiente	1	1	1	1	1

Quadro 19 - Classificação e pontuação em relação às áreas verdes (m<sup>2</sup>/ha)

Fonte: Oliveira, (1993).

### 3.3.2.13 Pontuação de elementos com mais de um atributo

Para a pontuação final de cada elemento adota-se a média aritmética das pontuações parciais de seus atributos.

No caso dos dois elementos rugosidade e porosidade, cujas valorações quantitativas em função do tipo de clima não estão indicadas nos itens referentes aos seus atributos, indica-se que:

Quanto à rugosidade: Depois de encontradas as pontuações parciais da rugosidade, Prdh, Prf e Prda, (Quadros 12, 13 e 14 respectivamente), encontra-se a média dessas pontuações, como na Fórmula 03, para definição da P<sub>Rm</sub>.

Aplicando-se esse valor no Quadro 20 – Rugosidade (média), encontra-se assim a classificação da rugosidade da forma urbana em função do clima em questão. Quanto maior a pontuação, mais adequada está à rugosidade a forma.

Para **clima quente-úmido** é apropriada **rugosidade alta** ou **muito alta**, quanto ao conforto térmico e à conservação de energia, para que a forma urbana propicie maior captação e difusão turbilhonar dos ventos e brisas dentro da forma urbana, uma vez que é o vento o principal elemento a ser procurado para propiciar conforto nestes climas (OLIVEIRA, 1985).

Para **clima quente-seco** e para **clima frio**, é apropriada **rugosidade baixa** ou **muito baixa**, quanto ao conforto térmico e à conservação de energia, para proteção contra os ventos quentes ou frios, conforme o caso (OLIVEIRA, 1985).

Formas urbanas de rugosidade muito baixa apresentam uniformidade de gabaritos, e ruas muito estreitas, como as cidades árabes tradicionais, junto ao clima quente-seco do deserto.

Cidades de **clima temperado** ou de **clima tropical de altitude** devem procurar possuir **rugosidade média** para responder medianamente bem as necessidades opostas durante o ano. Quais sejam: verões bastante quentes e invernos muito frios no clima temperado; período de clima seco e período de clima úmido, no clima tropical de altitude.

Faixas (p <sub>r</sub> )	Classificação	Pontuação				
		QU	QS	TA	TP	FR
= ou < 1,0	muito baixa	1	5	1	1	5
1,1 a 2,0	Baixa	2	4	3	3	4
2,1 a 3,0	Média	3	3	5	5	3
3,1 a 4,0	Alta	4	2	4	4	2
4,1 a 5,0	muito alta	5	1	2	2	1

Quadro 20 – Rugosidade (P<sub>R</sub>)

Fonte: Oliveira, (1993).

Quanto a Porosidade: A valoração final desse elemento é a média aritmética das pontuações parciais atribuídas a cada um de seus aspectos (itens 3.3.2.8; 3.3.2.9; 3.3.2.10).

$$P_p = \frac{P_{ptt} + P_{pov} + P_{pct}}{3}$$

### Fórmula 03

Onde:

- P<sub>p</sub> = Média da Pontuação da Porosidade
- P<sub>ptt</sub> = Pontuação do tipo de trama
- P<sub>pov</sub> = Pontuação da orientação da trama
- P<sub>pct</sub> = Pontuação da continuidade da trama

O momento seguinte é a ponderação da pontuação da cada atributo bioclimatizante da forma urbana segundo um índice que reflita a importância relativa de cada um deles. Para tal, essa pontuação final é subdividida em duas etapas excludentes entre si.

A primeira etapa é a da proposta do sítio, em que são verificadas as pontuações obtidas pelos cinco (5) atributos bioclimatizantes: 1) **relevo - declividade**; 2) **relevo - orientação**; 3) **relevo - conformação geométrica**; 4) **relevo - altura relativa** e 5) **solo - natureza**.

Somando-se as pontuações obtidas por cada um desses itens em função do clima da região, tira-se a média que passa a refletir a qualidade do sítio urbano em questão, segundo os objetivos dessa metodologia: **conforto ambiental** (higro - térmico, luminoso e de qualidade do ar), **conservação de energia** e **sustentabilidade** da arquitetura.

A segunda etapa diz respeito à resposta da forma urbana em si. Dentro dela está embutida uma nova avaliação do sítio. São verificadas as pontuações – em função do clima da região – obtidas pelos 12 atributos bioclimatizantes da forma urbana: 1) **formato-horizontalidade** ( $P_{fh}$ ); 2) **formato-verticalidade** ( $P_{fv}$ ); 3) **formato-densidade/ocupação do solo** ( $P_{fdo}$ ); 4) **formato-orientação ao sol** ( $P_{fos}$ ); 5) **rugosidade-diversidade de alturas** ( $P_{rdh}$ ); 6) **rugosidade-fragmentação** ( $P_{fdh}$ ); 7) **rugosidade-diferencial de alturas** ( $P_{rf}$ ); 8) **porosidade-tipo de trama** ( $P_{ptt}$ ); 9) **porosidade-orientação aos ventos** ( $P_{pov}$ ); 10) **porosidade-continuidade da trama** ( $P_{pct}$ ); 11) **pisos/tetos-permeabilidade** ( $P_{ptp}$ ); e 12) **vegetação-áreas verdes** ( $P_{vav}$ ).

A Fórmula 04 fornece a pontuação final da forma urbana.

$$P_{FU} = \left( \frac{(P_{fh} + P_{fv} + P_{fdo} + P_{fos})}{4} + P_R + P_P + P_{ptp} + P_{vav} \right) : 5$$

#### Fórmula 04

O resultado encontrado permitirá ter uma pontuação final situada entre:

- 1 (um) = péssima
- 2 (dois) = ruim
- 3 (três) = regular
- 4 (quatro) = boa
- 5 (cinco) = ótima

Conforme a pontuação alcançada, é possível avaliar a forma urbana analisada e pensar, se necessário em um redesenho.

A metodologia de Oliveira (1993) é apresentada a seguir em forma de diagrama.  
(Figura 14).

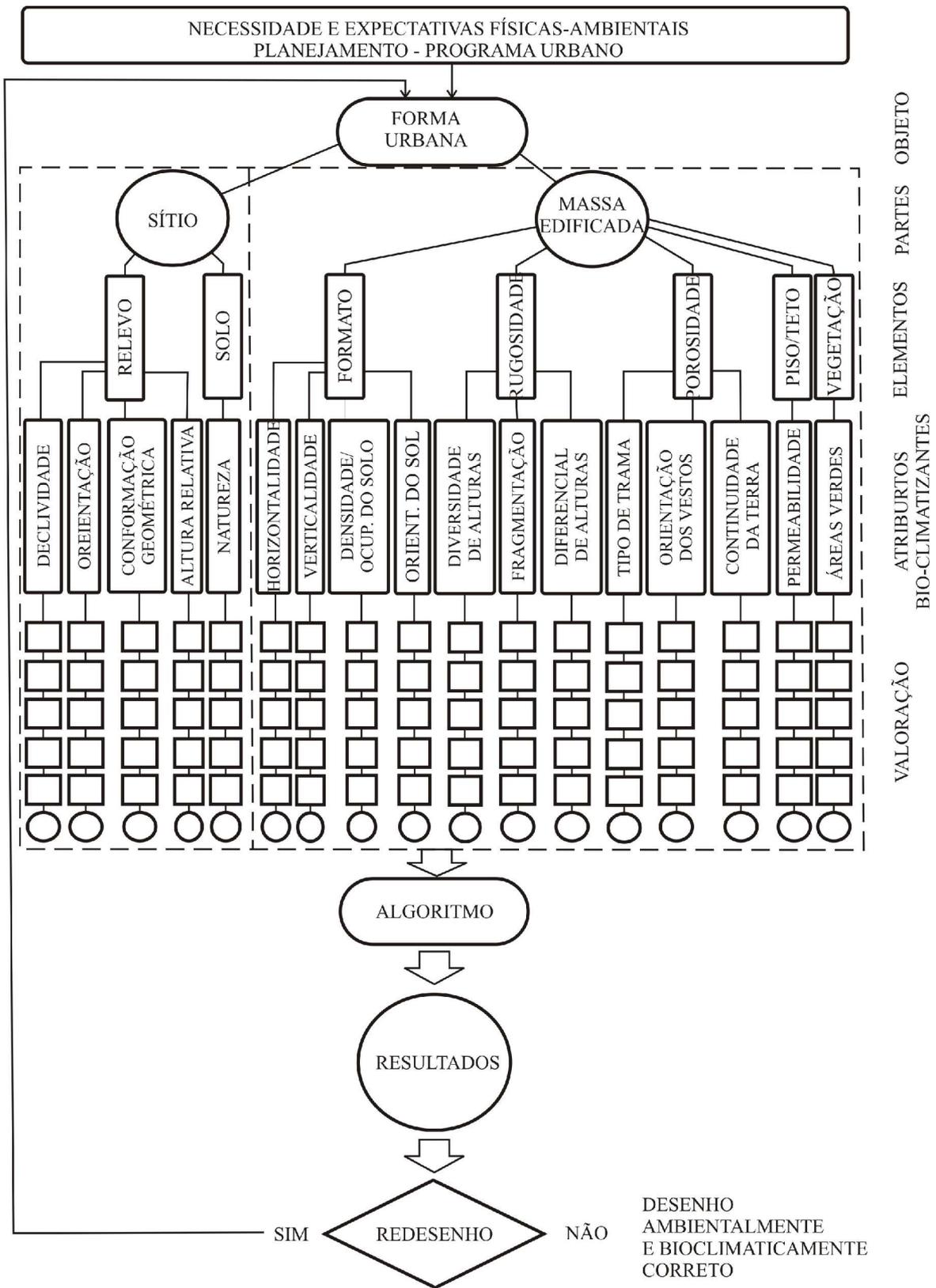
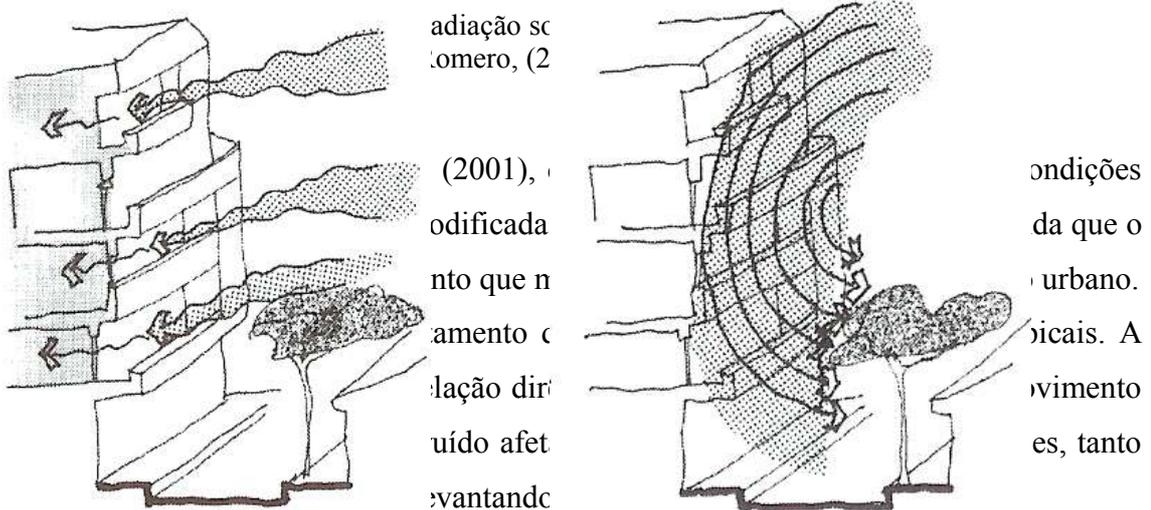


Figura 14 - Diagrama com o esquema geral da metodologia de Oliveira (1993).  
Fonte: Oliveira, (1993).

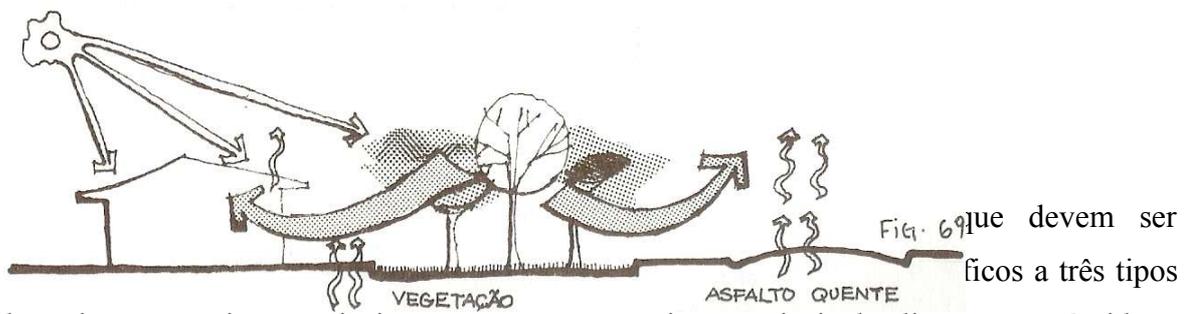
### 3.4 A METODOLOGIA DE ROMERO

Em “Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano” Romero (1988) cita três princípios gerais que devem ser considerados no desenho urbano, quando este for pensado conforme o bioclimatismo, independentemente do clima da região, que são:

- **Radiação.** A radiação direta e indireta é uma fonte de calor que necessita ser controlada. Conforme Romero uma forma de controle é o uso de materiais e cores pouco refletivos. A vegetação também pode ser usada como forma de controle já que a absorve e utiliza na evaporação, sem elevar a temperatura de suas superfícies, aumentando a umidade do meio (Figura 15).



- **Vegetação.** A vegetação pode ser utilizada na área urbana como atenuante do controle das variáveis do meio no intuito de proporcionar conforto. Em geral pode ser utilizada no sombreamento, atenuando os efeitos da radiação solar; como papel depurador e de fixação de contaminantes e de poeira e na diminuição da temperatura, a partir do consumo do calor latente por evaporação (Figura 16).



de regiões: as regiões tropicais quente-secas; as regiões tropicais de clima quente-úmido; e





Para a escolha do sítio a autora destaca como princípios: a localização, a ventilação, e a orientação. Para a morfologia do tecido são destacados: a forma, a radiação, a ventilação, os lotes, o tamanho dos espaços públicos, as ruas, a umidade e a vegetação.

Conforme a autora, nas regiões tropicais de clima quente-úmido ocorre pequenas variações de temperatura diárias e estacionais, a radiação difusa é muito intensa e a umidade do ar elevada. Nestas regiões deve-se procurar diminuir a temperatura, incrementar o movimento do ar, evitar a absorção de umidade, proteger das chuvas e promover seu escoamento rápido.

### 3.4.1 Critérios para a escolha do sítio em regiões de clima quente-úmido

#### 3.4.1.1 Localização/ventilação/orientação

- 1- Os assentamentos devem ocorrer em lugares altos e abertos aos ventos. A orientação deve ser em favor dos ventos dominantes;
- 2- Deve-se considerar a velocidade dos ventos dominantes, já que tanto a grande velocidade como a falta de velocidade dos ventos é desfavorável (Figura 17).

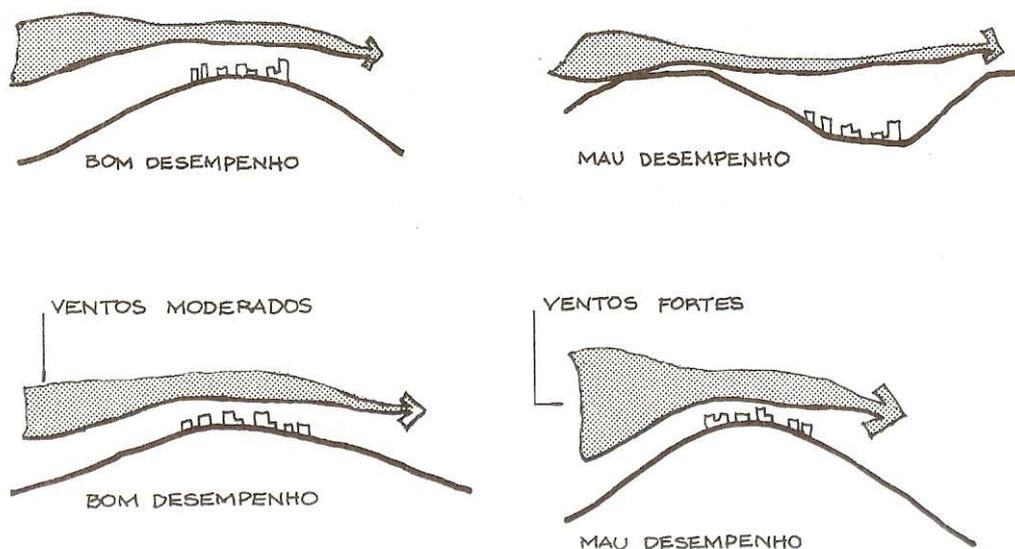


Figura 17 - A localização do sítio em relação à topografia e o desempenho bioclimático, considerando a ação dos ventos.  
Fonte: Romero, (1988, p. 107).

- 3- As declividades naturais do sítio devem ser preservadas ou ainda criadas para auxiliar o escoamento das águas superficiais, evitando assim a erosão e as águas estancadas que

prejudicam e podem concorrer para o surgimento de doenças;

- 4- O dreno deve ser favorecido para diminuir o alto índice de vapor d'água contido no ar;
- 5- O albedo é baixo nestas regiões, permissivo à absorção da radiação e favorecendo a estabilidade do clima (equilíbrio da temperatura) já que o excesso de calor é absorvido e armazenado rapidamente.

### 3.4.2 Critérios para a escolha do tecido urbano em regiões de clima quente-úmido

#### 3.4.2.1 Forma

- 1- O tecido deve ser disperso, solto, aberto e extenso, para permitir a ventilação das formas construídas (Figura 18);

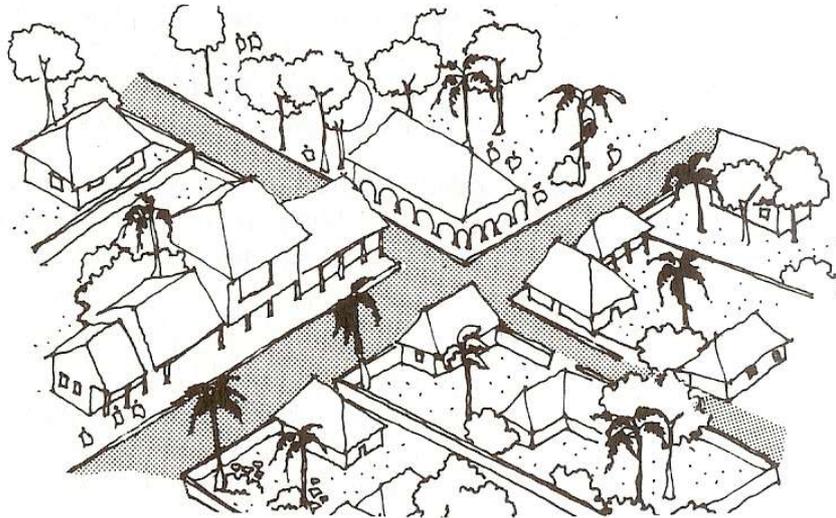


Figura 18 - O traçado nas regiões quente-úmidas.  
Fonte: Romero, (1988, p.108).

Não devem existir grandes diferenças entre o ambiente interno e o externo. Devem-se procurar espaços contínuos de integração;

- 2- As construções devem estar separadas entre si e rodeadas de árvores que proporcionem o sombreamento necessário e absorvam a radiação solar. Esta seria uma situação ideal para áreas pouco densas. Nas áreas densamente construídas, a construção de edifícios altos entre edifícios baixos favorece a ventilação; na situação inversa, isto é, quando todos os edifícios possuem a mesma altura, forma-se uma barreira que desloca o ar, sem que este penetre no tecido urbano (Figura 19).

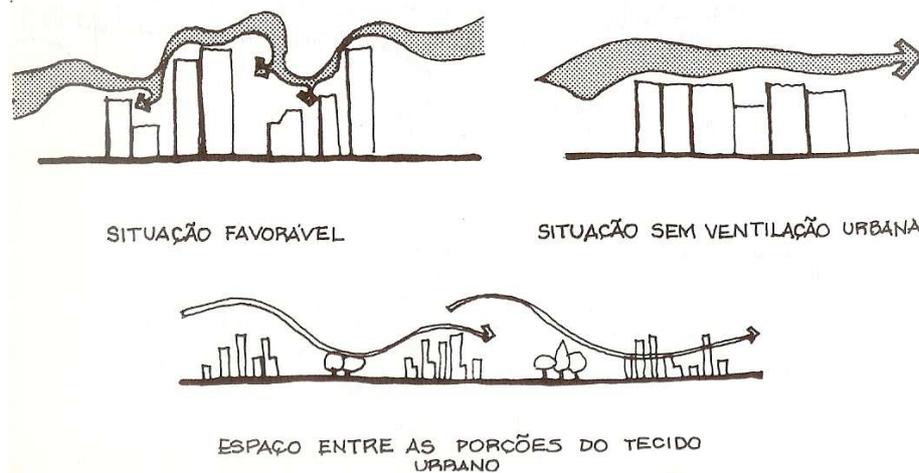


Figura 19 - A ventilação através do tecido urbano.  
 Fonte: Romero, (1988, p.108).

- 3- Devem ser deixados espaços entre as edificações, assim como entre porções do tecido urbano, para que a ventilação seja conduzida através destes.

#### 3.4.2.2 As ruas

- 1- A orientação das ruas, procurando a sombra que permite a permanência no espaço público, pode ser obtida quando é lançado o traçado ou através da introdução de elementos que proporcionem este fator fundamental nas regiões tropicais. Os elementos podem ser os portais, a vegetação, as marquises, o alargamento de determinados trechos, as dimensões diferenciadas das calçadas;
- 2- A orientação que favoreça espaços ensolarados e sombreados é a mais favorável; se acompanhada de vegetação ao lado do poente, auxilia consideravelmente a permanência no lugar ou o simples percurso do pedestre;
- 3- Os caminhos de pedestres devem ser curtos e sombreados, as superfícies gramadas devem substituir as pavimentadas para reduzir a absorção da radiação solar e a reflexão sobre as superfícies construídas.

#### 3.4.2.3 Os lotes

Nas regiões de clima quente-úmidas de baixa densidade, as dimensões dos lotes devem ser mais largas que compridas. As vedações escassas e de preferência naturais (vegetação) e a ventilação devem vir da rua. O alinhamento das edificações não deve ser rígido, permitindo a circulação do ar abundantemente (Figura 20).

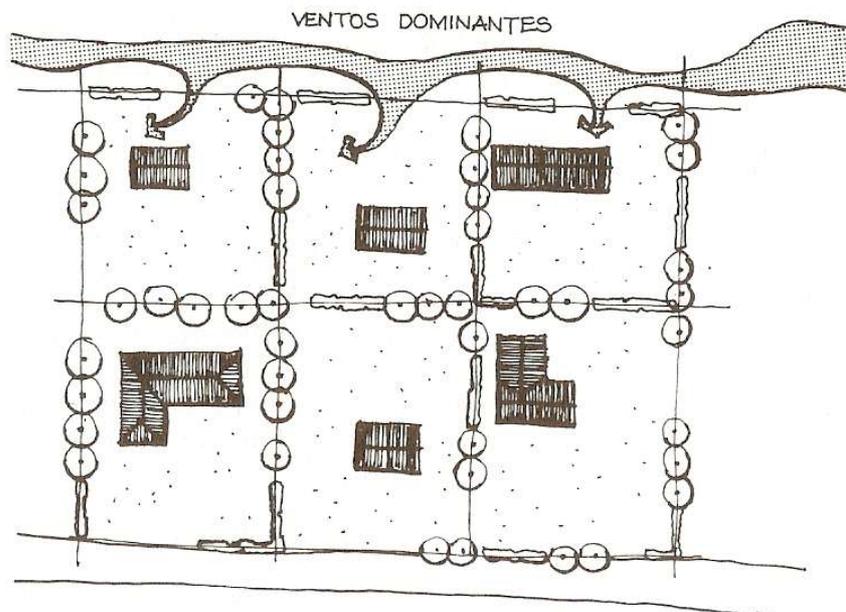


Figura 20 - Disposição dos lotes para as regiões quente-úmidas.  
Fonte: Romero, (1988, p.109).

#### 3.4.2.4 O tamanho dos espaços públicos

- 1- Os espaços públicos não devem ser de grandes dimensões, já que a sombra é um elemento fundamental nestes climas e em espaços de grandes dimensões, não é possível seu aproveitamento;
- 2- Os espaços abertos devem prevalecer e ser arborizados, procurando-se a perda de calor pela evaporação e pelo diferencial térmico produzido. Assim, auxilia-se a ventilação, promovendo-a nas proximidades dos espaços construídos;
- 3- Para os caminhos só de pedestres, a sombra deve ser densa; para os caminhos de pessoas e veículos, a sombra pode ser mais leve, tomando-se o cuidado para evitar o acúmulo de poluentes logo abaixo das copas das árvores (Figura 21).



Figura 21 - Adequação da vegetação aos arruamentos e passeios para regiões quente-úmidas.  
Fonte: Romero, (1988, p.109).

Estes critérios acima apresentados buscam definir as condições ambientais do meio natural e construído que melhor satisfaçam as exigências de conforto.

Diferentemente de Oliveira, Romero (1988) enfoca princípios bioclimáticos que norteiam a análise do partido urbanístico. Desta forma a análise é feita a partir da constatação da utilização ou não destes atributos bioclimatizantes no partido adotado, considerando o clima local.

### **3.6 ESTRATÉGIA DE TRABALHO**

Os dados constantes nesta pesquisa foram levantados através de revisão bibliográfica, em trabalho de pesquisa efetuado junto à Prefeitura de Teresina; em contato com técnicos da Secretaria Municipal do Planejamento do município que disponibilizaram mapas, plantas, fotografias e *in loco* pela autora em visita ao conjunto Hebert de Sousa, objeto deste estudo.

Em alguns casos (como o cálculo da declividade) foi necessária a pesquisa de métodos específicos que levassem à obtenção dos resultados.

A análise do Residencial Hebert de Sousa, segundo a metodologia de Romero (1988) foi feita através de análise comparativa considerando os princípios constantes na metodologia; diferentemente da metodologia de Oliveira (1993), onde a análise foi realizada a partir de um sistema de valoração.

Para se chegar aos dados que possibilitaram as análises, foram feitas várias visitas ao Residencial estudado, ao tempo em que foram colhidas fotografias e efetuados diálogos com moradores locais.

Também foram ouvidos técnicos da Prefeitura do município, diretamente ligados ao processo de cadastramento e construção dos Residenciais do Projeto Minha Casa, ao qual o Residencial Hebert de Sousa faz parte. Junto a estes profissionais coletou-se material como plantas, fotografias, periódicos e dados de arquivo que auxiliaram na análise final do objeto estudado.

## CAPÍTULO 4

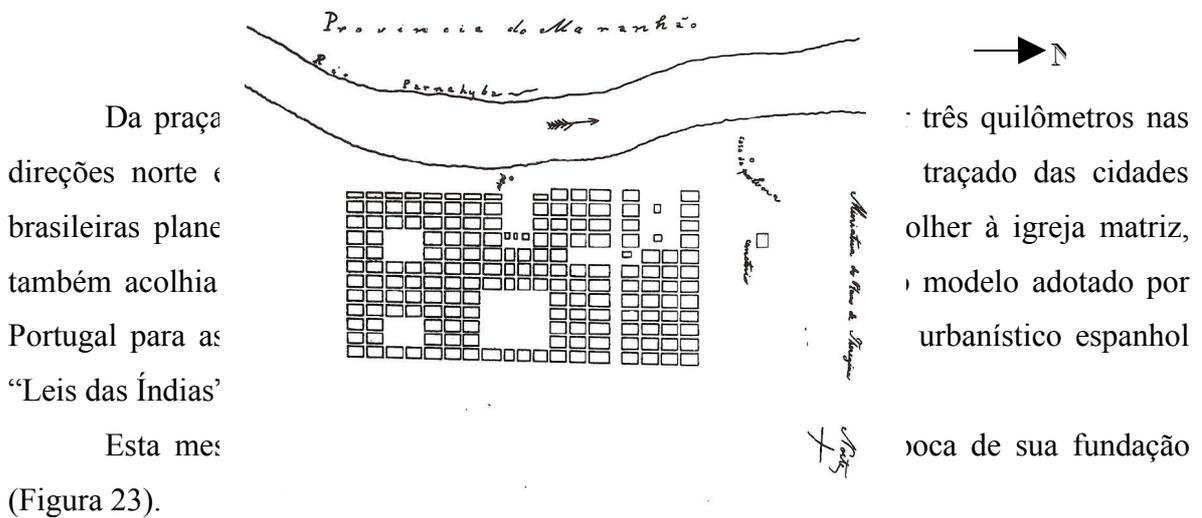
### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este capítulo aborda os aspectos físicos da cidade de Teresina/PI com o objetivo de fornecer subsídios de caracterização do objeto de estudo da pesquisa, o conjunto habitacional Residencial Hebert de Sousa localizado na zona sul da cidade. O capítulo inicia fazendo um relato sobre o surgimento da cidade de Teresina, abordando, em um segundo momento as características físicas e ambientais de seu sítio.

#### 4.1 TERESINA: ORIGEM, DESENHO E BREVE EVOLUÇÃO URBANA.

Teresina está localizada na Chapada do Corisco entre os rios Parnaíba e Poti, à 5° 05' 12" de latitude sul e a 42° 48' 42" a oeste de Greenwich. Foi fundada em 1852 pelo Conselheiro Saraiva para ser a nova a capital da Província do Estado do Piauí que até então era a cidade de Oeiras. A nova cidade localizada em local "alto e aprazível" à margem direita do rio Parnaíba foi inicialmente chamada de Vila Nova do Poti (LIMA et al, 2002).

Teresina nasceu planejada. Seu primeiro traçado em forma de tabuleiro de xadrez (Figura 22) foi proposto por Saraiva, seu fundador e então Presidente da Província, em uma área de 43km<sup>2</sup> tendo como centro a praça da igreja de Nossa Senhora do Amparo.



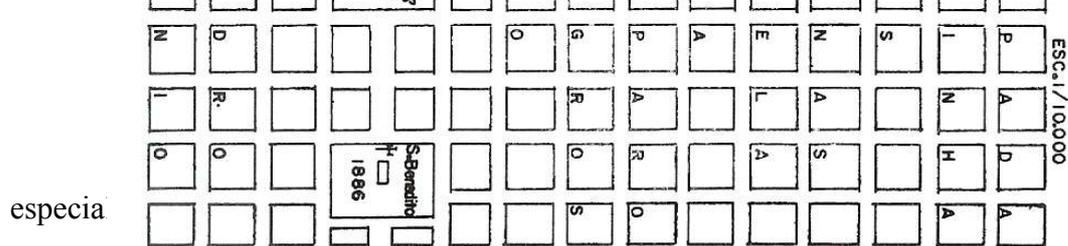


Figura 23 – Traçado urbano de Teresina à época da fundação do município em 1852  
 Fonte: Gomes, (1992, p. 09).

quadras inteiras para erguerem ali suas residências. A maioria destas quadras ou quarteirões era formada por terrenos que mediam 40 x 40 braças (em torno de 88 X 88m), fato que propiciou o surgimento de verdadeiros pomares urbanos no centro da cidade. (LIMA et al, 2002).

Durante os seis primeiros meses foram erguidas as trinta primeiras casas residenciais da nova capital. Alguns órgãos públicos foram construídos pelo mestre de obras português José Isidoro França que contou com a ajuda do trabalho escravo. (GOMES, 1992).

Fatores econômicos e sociais condicionaram o crescimento da cidade na direção norte-sul, contrariando o primeiro modelo de ocupação que previa o crescimento na direção leste-oeste. A conclusão da igreja matriz de Nossa Senhora do Amparo em 1866 vem intensificar ainda mais o crescimento urbano norte-sul da cidade.

A iluminação pública a querosene chegou à cidade no ano de 1866, mesmo ano de conclusão da igreja matriz. Entre os anos de 1888 a 1906, foi implantada a rede de água e esgotos; em 1910 surge a iluminação elétrica e em 1929 são calçadas as primeiras vias públicas (GOMES, 1992).

Na década de 1950 a cidade passa por significativa transformação urbana, torna-se o principal centro econômico do sertão do Piauí e Maranhão e registra grande crescimento populacional. Na década de 1960 consolida-se o sistema viário com a abertura de grandes avenidas e a cidade se estende para além do rio Poti.

A década de 1970 é marcada pela configuração definitiva dos aspectos urbanos, pelo intenso fluxo migratório, pelo crescimento urbano e intensificação da política habitacional e modernização do sistema viário. Surgem então os estudos e planos de ordenação da cidade - os Planos Diretores (TERESINA, 1993).

A década de 1980 é marcada pelo surgimento de grandes conjuntos habitacionais construídos em várias zonas para atender ao enorme déficit habitacional que a cidade já possuía. De acordo com Façanha (2001, p. 170),

Ao final da década de 80, foram construídas na cidade aproximadamente 23.179 unidades habitacionais, representando uma quantidade superior ao triplo da existente na década anterior. Essa produção expressiva de habitações nas décadas de 70 e 80 demonstrou o grau de importância e de complexidade que adquiriram os conjuntos habitacionais na produção

do espaço urbano de Teresina, estimulando a expansão da cidade em todas as direções.

No final da década de 1980 e início de 1990 é iniciado o processo de verticalização da cidade com a concentração de edifícios de alto padrão construtivo em alguns bairros (FAÇANHA, 1998). Essa verticalização ocorreu principalmente no bairro Frei Serafim que por sua localização e infra-estrutura, tornou-se campo favorável ao aparecimento do processo. Marca também a década de 1990 o incremento do setor econômico e a mudança de hábitos da população em decorrência da implantação de Shopping Centers na cidade. Conforme Castelo Branco (2001, p.41)

[...] a criação do Parque Potycabana, em 1990 e a implantação de dois shopping centers em 1996/97, na margem direita do rio Poti, zona leste da cidade, consolidou o crescimento da mesma zona tornando-a além de área residencial, um importante pólo comercial. Um novo hábito de lazer e consumo incorporou-se à vida da cidade [...].

Esse crescimento urbano é percebido através de sua evolução demográfica (Tabela 01) onde é visível o aumento populacional que a cidade passa a ter a partir da década de 1950. Esse fato acontece principalmente na zona urbana, onde a taxa de crescimento anual chega a 6% nas décadas de 1960, 1970, 1980 e 1990.

Tabela 01 - Evolução Demográfica de Teresina: 1872 – 2000

Ano	População Total (n° hab)	População Urbana		População Rural		Taxa Geométrica de Crescimento Anual (%)			Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Taxa de Urbanização (%)
		Absoluta (n° hab)	%	Absoluta (n° hab)	%	Total	Urbana	Rural		
1872	21.692	-	-	-	-	-	-	-	11,99	-
1890	31.532	-	-	-	-	2,10	-	-	17,43	-
1900	45.316	-	-	-	-	3,70	-	-	25,05	-
1920	57.500	-	-	-	-	1,20	-	-	31,79	-
1940	67.641	34.695	51,3	32.946	48,7	0,82	-	-	37,39	51,29
1950	90.723	51.417	56,7	39.306	43,3	2,98	4,01	1,78	50,15	56,67
1960	142.691	98.329	68,9	44.362	31,1	4,63	6,70	1,22	78,88	68,91
1970	220.487	181.062	82,1	39.425	17,9	4,45	6,29	-1,17	121,88	82,12
1980	371.988	339.042	91,1	38.732	8,9	5,37	6,47	-1,78	205,63	89,75
1991	599.272	556.911	92,9	42.361	7,1	4,38	4,61	1,61	329,58	92,93
1996	655.473	613.767	93,6	41.706	6,4	1,81	1,96	-0,31	362,34	93,64
2000	714.583	676.596	94,7	37.722	5,3	2,22	2,19	1,28	394,87	94,70

Fonte: Castelo Branco, (2001, p.06)

O crescimento demográfico é acompanhado do aumento da malha urbana da cidade. Durante as últimas cinco décadas passadas, Teresina expandiu consideravelmente seu perímetro urbano, incorporando mais espaços para abrigar uma população em crescimento (Figura 24).

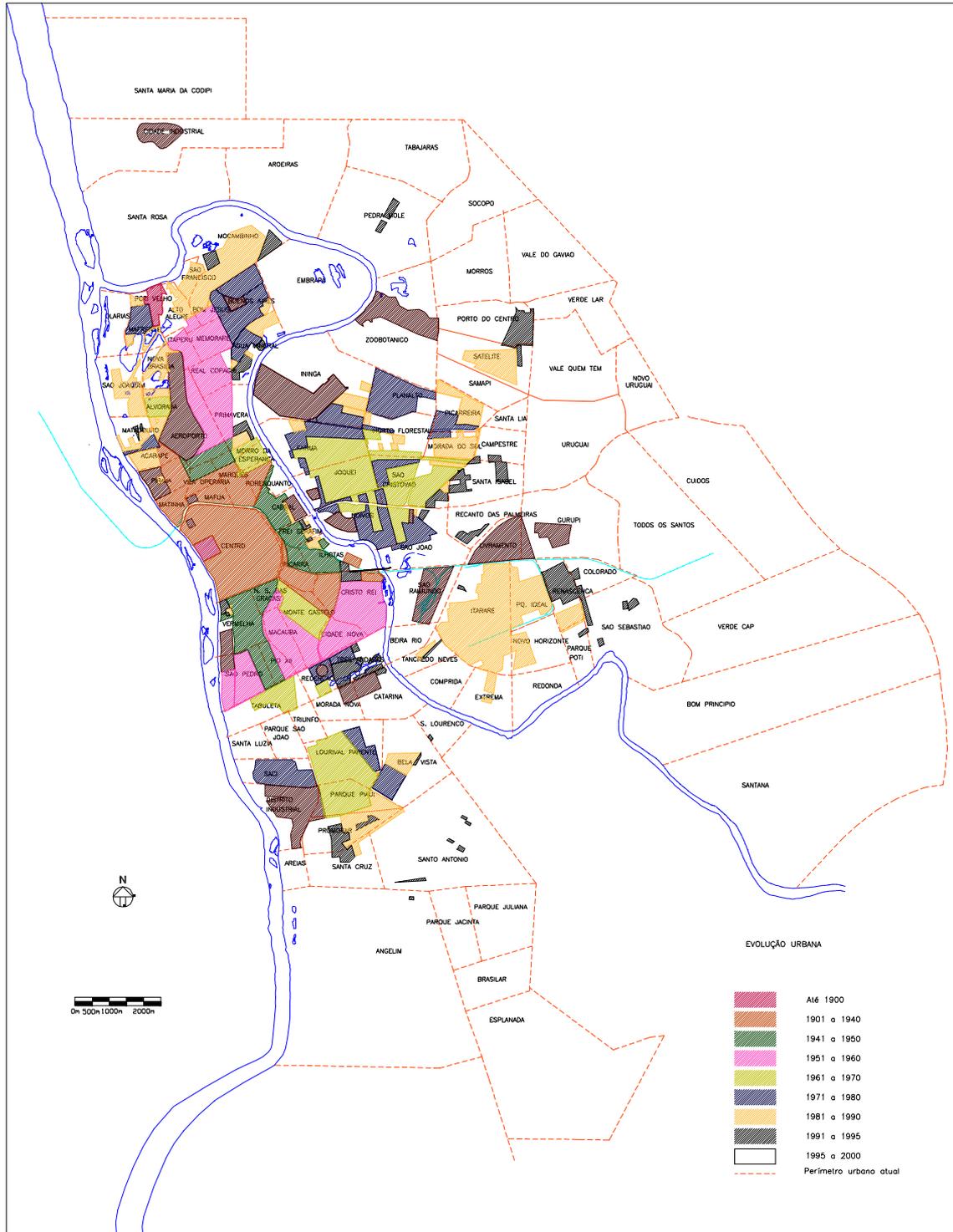


Figura 24 – Mapa da Evolução Urbana de Teresina

Fonte: Castelo Branco (2001, p.38)

#### 4.1.1 Planos Diretores

O primeiro Plano Diretor de Teresina - PDLI: Plano Diretor Local Integrado – foi elaborado em 1969. Contendo propostas que não estavam em consonância com a realidade sócio-econômica da cidade e sem possuir propostas acerca da legislação urbanística, quase não foi seguido a não ser pelo sistema viário radiocêntrico e o anel rodoviário proposto que foram parcialmente adotados.

O primeiro PET - Plano Estrutural de Teresina foi elaborado em 1977 e estabeleceu uma série de recomendações relativas à edificação. Para o uso do solo estabeleceu um zoneamento baseado em eixos e zonas de polarização que reforçaram o sistema radiocêntrico da cidade. Fixou padrões de densidade por zonas e definiu um perímetro urbano compatível com a densidade aceitável de 100 hab/há, considerando o ano de 1985 como o horizonte (CASTELO BRANCO, 2001).

Em 1983, se iniciou os estudos para a elaboração de um terceiro plano urbanístico: o PDDU – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – que não foi concluído.

Em 1987, após a realização do Seminário Planejando Teresina, que foi realizado com o objetivo de obter contribuições da sociedade para a elaboração de mais um plano urbanístico, surge o II PET – II Plano urbanístico de Teresina - fundamentado nos estudos elaborados para o PDDU não concluído.

O II PET propôs um zoneamento seguindo as tendências históricas e espontâneas de localização das atividades em Teresina, buscando estabelecer delimitações em áreas de conflitos e estimular o crescimento em novas direções. Como proposta geral adotou a descentralização.  
Figura 17 – Mapa da evolução urbana de Teresina. Fonte: CASTELO BRANCO, 2001:6  
leste, buscando a expansão em direção para o leste após o centro, mas um eixo concentradora das funções urbanas (CASTELO BRANCO, 2001).

Como medidas de expansão urbana e abastecimento populacional, foram estabelecidas as estratégias:

- Incentivar o crescimento vertical em determinadas áreas da cidade, em consonância com o sistema viário e serviços oferecidos;
- Controlar e inibir o crescimento no centro da cidade;
- Evitar a periferização de comunidades mais carentes, através de padrões de lotes máximos em áreas de baixa renda<sup>4</sup>;
- Garantir a ocupação de lotes e glebas ociosas, quando dotadas de toda a infra-estrutura,

<sup>4</sup> Pela legislação de Parcelamento do Solo Urbano de Teresina em vigência - lei nº 2.642 de 07 de abril de 1998 - posterior ao II PET, a área mínima em loteamentos de interesse social é de 160,00m<sup>2</sup>

através de taxas progressivas ou outros recursos aprovados pela constituição;

- Expandir o perímetro urbano apenas para áreas de interesse urbanístico de curto prazo.

#### **4.1.2 Teresina: Aspectos do Meio Ambiente Urbano**

##### **4.1.2.1 O sítio Urbano**

De acordo com Freitas (1988) as terras destinadas ao sítio urbano da cidade inicialmente pertenciam à Data da fazenda Covas sendo desapropriadas em 1852, ano de fundação da cidade.

O terreno destinado à implantação da nova capital do Estado do Piauí “compreendia de norte a sul, um quarto de légua para cada lado, tendo a igreja de Nossa Senhora do Amparo por centro; e de leste a oeste, o espaço compreendido entre os rios Parnaíba e Poti”. (Freitas, 1988, p.17).

Conforme Castelo Branco (2001, p. 37),

A escolha do sítio para a implantação de Teresina foi determinada, principalmente, pela posição geográfica, central no estado, e estratégica em relação à ligação com os vizinhos estados do Ceará e Maranhão. A então navegabilidade do rio Parnaíba fez com que a cidade fosse fundada na sua margem direita. Para assentamento da cidade foi escolhido um local denominado Chapada do Corisco, que se situa entre os rios Poti e Parnaíba, próximo à antiga Vila do Poti, porém com cota mais elevada, que não estava sujeita as inundações.

A malha urbana da cidade era contornada por fazendas e sítios que com a expansão da cidade foram sendo incorporados ao tecido urbano assim como as margens das estradas existentes, provocando o surgimento de novas ruas e avenidas e iniciando um processo de anomalia do traçado, inicialmente caracterizado pela ortogonalidade.

A exceção da direção oeste onde o município limita-se com o rio Parnaíba, a cidade expandiu-se em todas as direções. Na direção sul o crescimento deu-se ao longo das vias de comunicação como a estrada do gado, atual Avenida Miguel Rosa, hoje uma das principais artérias viárias da cidade.

Com a expansão da malha apareceram os primeiros problemas urbanos, principalmente em relação à drenagem devido aos serviços de pavimentação de vales, riachos e baixadas.

O rápido crescimento do tecido ocupando espaços antes destinados à drenagem, bem como o aterrando lagoas ciliares que existiam no centro e nos novos bairros que iam

surgindo foi fator determinante ao aparecimento de problemas relacionados à erosão do solo, ao assoreamento dos rios que margeiam a cidade e a disseminação do lixo urbano (LIMA, et al, 2002).

#### **4.1.2.2 O Relevo**

Teresina está a uma altitude de 79 metros acima do nível do mar (ATLAS DO PIAUÍ, 1990). Esta altitude é considerada uma das mais baixas do Estado.

O relevo é caracteristicamente plano, com suaves ondulações. As colinas com topo achatado e flancos muito inclinados e chapadas com superfície plana e vales entalhados são as feições topográficas mais comuns do relevo onde está localizado o município (TERESINA, 1993).

Teresina se encontra assentada sobre o domínio de duas formações geológicas: a Formação Piauí e a Formação Pedra de Fogo. A Formação Piauí aflora ao longo do eixo principal do rio Parnaíba. A Formação Pedra de Fogo ocorre a nordeste da cidade, muito fragmentada, formando dezenas de colinas e morros. As Formações Piauí e Pedra de Fogo são constituídas de arenitos, siltitos e folhelhos, com leitos e lentes de calcário (ATLAS DO PIAUÍ, 1990).

Conforme Lima et al (2002, p.07), a forma do relevo da bacia sedimentar Piauí-Maranhão na qual Teresina está localizada,

[...] apresenta uma topografia de topos tabulares e sub-horizontais, apresentando cerca de 900m de altitude no limite com o Ceará, e descendo, de forma escalonada, pelo desdobramento da cuesta em planaltos e depressões interplanálticas, para cerca de 200 metros ao chegar ao município de Teresina. No entorno da cidade esses baixos planaltos são individualizados pelos grandes rios Poti e Parnaíba e recortados pelos seus afluentes de menores dimensões.... Os platôs e colinas mais baixos desse interflúvio Poti/Parnaíba, ocupados pela urbanização inicial da cidade, eram chamados de Chapada do Corisco, chegando até próximo da foz do Poti no Parnaíba, onde seu topo apresenta-se com apenas 90 metros de altitude na área do parque da Cidade e arredores, tendo um nível de base local de cerca de 55m, na barra do Poti.

#### **4.1.2.3 O Clima**

Em Teresina, conforme Bastos e Andrade Junior (2000) os meses que apresentam as maiores temperaturas são os meses de setembro e outubro (Quadro 21) onde a média das máximas chega a 37,1° C.

Meses													
Ano	Jan.	Fev.	Mar	Abr.	Mai	Jun.	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
1990	32,6	31,8	32,0	32,3	32,5	33,4	33,0	35,6	36,4	35,8	-	-	33,5
1991	31,7	32,7	31,0	31,7	33,8	32,3	32,7	34,7	36,5	37,0	-	-	33,4
1992	32,9	33,2	33,9	32,8	33,4	32,2	34,3	36,2	37,7	38,3	37,6	36,8	34,9
1993	35,2	33,6	32,2	32,3	33,1	34,9	35,5	37,0	37,4	37,8	39,0	35,3	35,3
1994	31,4	31,6	31,5	31,2	31,2	31,4	32,4	34,2	36,2	36,7	35,9	36,5	33,4
1995	31,6	31,1	32,0	31,0	31,2	31,3	31,7	34,3	36,3	36,6	34,3	34,2	32,7
1996	31,6	31,8	31,4	-	31,9	32,0	33,2	34,7	35,7	-	34,7	35,7	33,3
1997	32,1	32,6	31,2	31,9	31,4	32,1	33,4	34,8	36,6	37,4	36,7	35,6	33,8
1998	32,4	33,7	32,8	33,3	34,1	34,8	35,8	37,1	37,9	38,4	36,9	34,4	35,1
1999	31,9	31,5	31,2	31,5	31,0	32,4	33,5	35,2	36,1	36,2	34,4	32,8	33,1
<b>Méd.</b>	<b>32,3</b>	<b>32,4</b>	<b>31,9</b>	<b>32,4</b>	<b>32,6</b>	<b>32,6</b>	<b>33,6</b>	<b>35,4</b>	<b>36,7</b>	<b>37,1</b>	<b>36,2</b>	<b>35,2</b>	<b>34,0</b>

Quadro 21 – Valores médios mensais de temperatura máxima do ar (°C) referente ao período de 1990 a 1999 para o município de Teresina/PI.

Fonte: Adaptado de Bastos e Andrade Júnior, (2000, p.13).

Temperatura máxima média registrada no ano

Já os meses onde as temperaturas são mais amenas são os de julho e agosto (Quadro 22) onde a média da mínima fica entre a 19° C e 21° C.

Meses													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
1990	22,0	22,4	22,2	22,4	22,2	21,4	21,5	20,9	21,5	22,0	-	-	21,9
1991	22,4	22,5	22,5	22,6	-	21,7	19,4	19,4	21,1	22,3	-	-	21,5
1992	22,0	22,2	20,5	22,5	22,2	22,7	19,1	19,7	21,3	22,2	22,6	23,0	21,7
1993	22,8	22,1	22,0	21,7	21,7	21,1	20,4	21,9	21,9	23,0	23,7	22,8	22,1
1994	22,4	22,3	22,4	22,5	22,1	21,5	19,1	20,7	21,3	22,1	23,0	23,2	21,9
1995	21,7	22,1	22,7	23,0	23,3	21,4	-	-	-	-	-	-	22,4
1996	22,3	22,7	22,8	-	22,5	21,0	20,0	21,6	23,0	-	23,3	23,2	22,2
1997	22,3	22,6	22,9	23,0	22,6	20,2	19,2	19,6	21,3	22,6	23,0	23,0	21,9
1998	22,8	23,5	23,2	23,5	23,2	22,0	22,0	21,7	23,0	23,6	25,0	23,8	23,1
1999	23,3	23,1	-	-	-	-	-	20,6	22,8	23,2	23,5	22,8	22,8
<b>Méd.</b>	<b>22,4</b>	<b>22,6</b>	<b>22,4</b>	<b>22,7</b>	<b>22,5</b>	<b>21,4</b>	<b>20,1</b>	<b>20,7</b>	<b>21,9</b>	<b>22,6</b>	<b>23,4</b>	<b>23,1</b>	<b>22,2</b>

Quadro 22 – Valores médios mensais de temperatura mínima do ar (°C) referente ao período de 1990 a 1999 para o município de Teresina/PI.

Fonte: Adaptado de Bastos e Andrade Júnior, (2000:14).

Temperatura mínima média registrada no ano

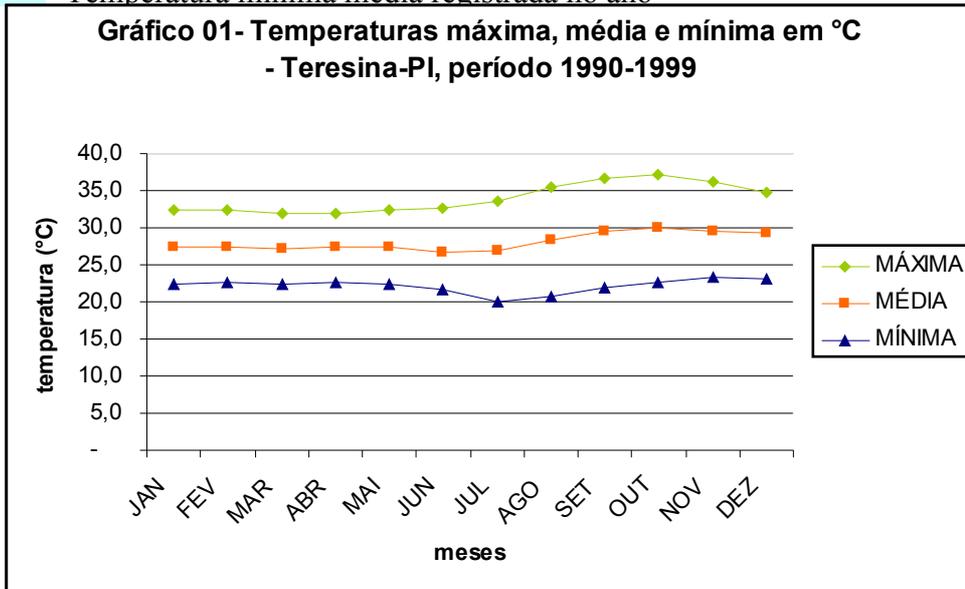


Figura 25 - Gráfico 01: Valores médios mensais de temperatura do ar para o período de 1990 a 1999 em Teresina/PI.

Fonte: Adaptado de Bastos e Andrade Junior, (2000: 21)

As temperaturas médias mensais do município são elevadas (Figura 25) ficando a média da máxima em 34°C e a média da mínima para o mesmo período em 22°C, isto para a década de 1990.

As condições climáticas de Teresina podem ser creditadas também à sua localização geográfica, como observa Lima et al (2002, p.07), quando coloca que

[...] a localização geográfica da cidade de Teresina lhe confere aspectos peculiares em relação à umidade do ar, ao sistema de chuvas, à ausência de ventos e às altas temperaturas durante o ano todo. O conjunto destas condições traz um certo desconforto térmico para a população, conferindo-lhe uma conotação um tanto pejorativa, historicamente popularizada como “cidade quente.

Conforme Silveira (1999), Teresina possui um clima composto por dois períodos climáticos distintos: Um período quente-úmido, caracterizado pela presença da estação chuvosa e outro quente-seco, onde há a ausência das chuvas.

Conforme a autora Teresina possui clima quente-úmido entre os meses de Janeiro a Maio. Neste período considerado o chuvoso (Figura 26), as temperaturas variam entre 22° e 32° C e a umidade relativa do ar é elevada.

Entre os meses de Agosto a Novembro, período marcado pela a ausência das chuvas, as temperaturas máximas mensais oscilam entre 35° a 36° C, a umidade relativa do

ar é considerada moderada (Figura 27), caracterizando então o período como quente-seco.

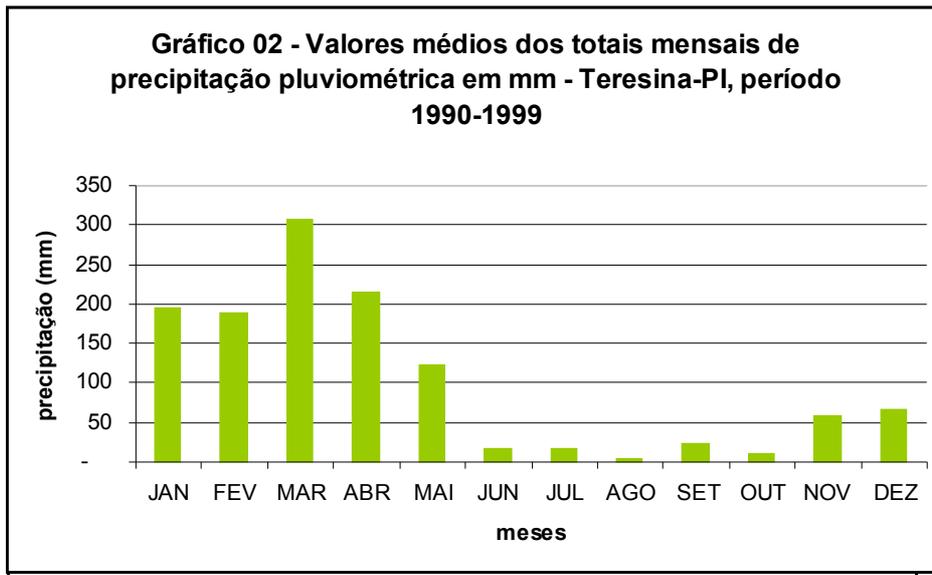


Figura 26 - Gráfico 02: Valores médios mensais de precipitação o período de 1990 a 1999 em Teresina/PI.

Fonte: Adaptado de Bastos e Andrade e Junior, (2000:24)

Fonte: Adaptado de Bastos e Andrade Junior, (2000:22).

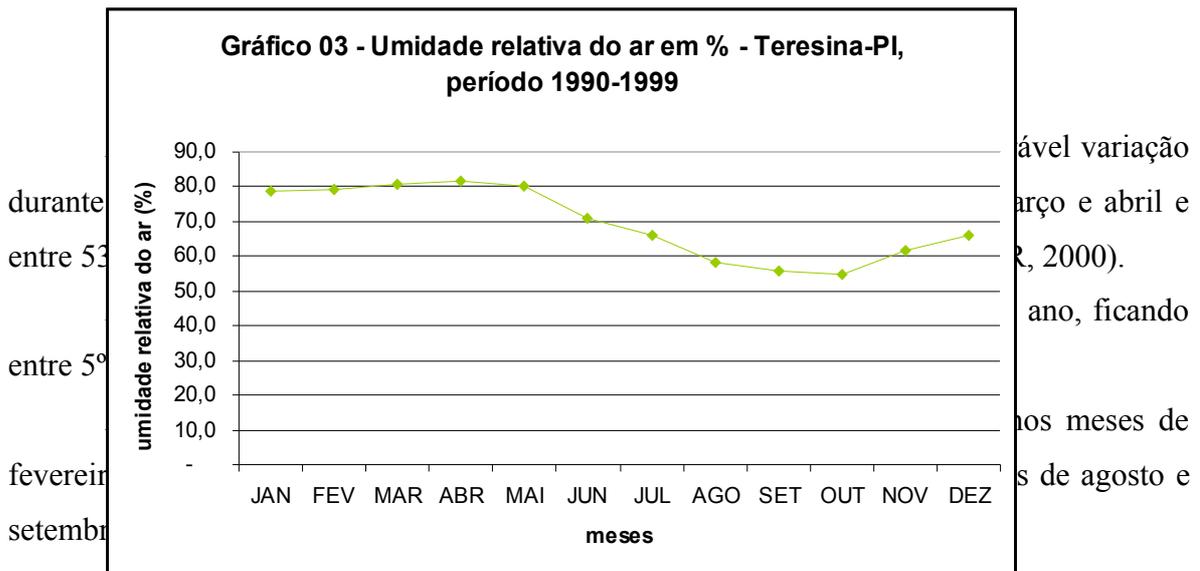
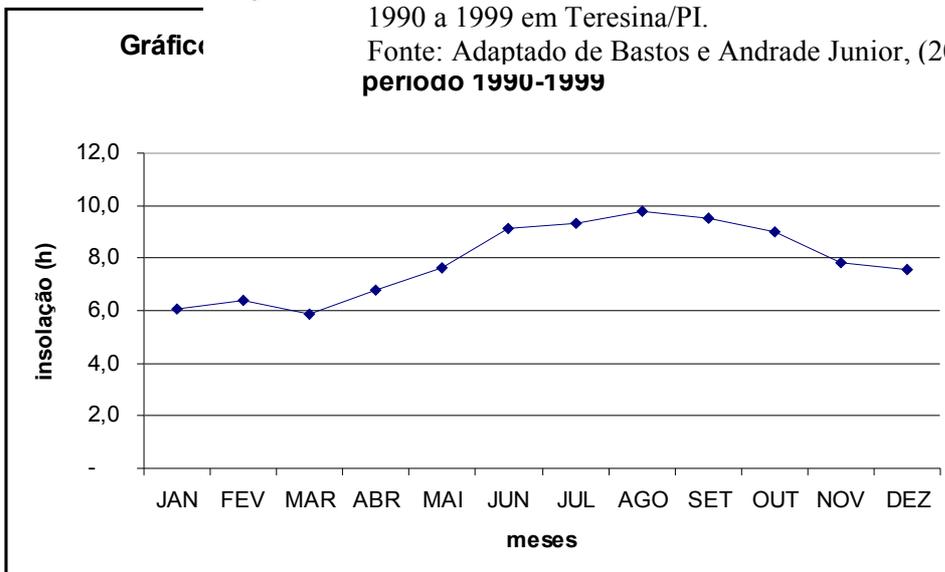


Figura 27 - Gráfico 03: Valores médios mensais de umidade relativa do ar para o período de 1990 a 1999 em Teresina/PI.

Fonte: Adaptado de Bastos e Andrade Junior, (2000:22).

período 1990-1999



2

ável variação  
 março e abril e  
 entre 53  
 R, 2000).  
 ano, ficando  
 os meses de  
 s de agosto e

Os ventos que chegam à Teresina possuem baixa velocidade, sendo classificados como “brisa” na escala de Beaufort, apresentando como média anual velocidade de 1,68m/s (LIMA et al, 2002). Ventos mais fortes ocorrem ocasionalmente em certas épocas no ano de forma esporádica onde a velocidade média para a década de 1990 a 1999 foi de apenas 1,5m/s (Figura 29).

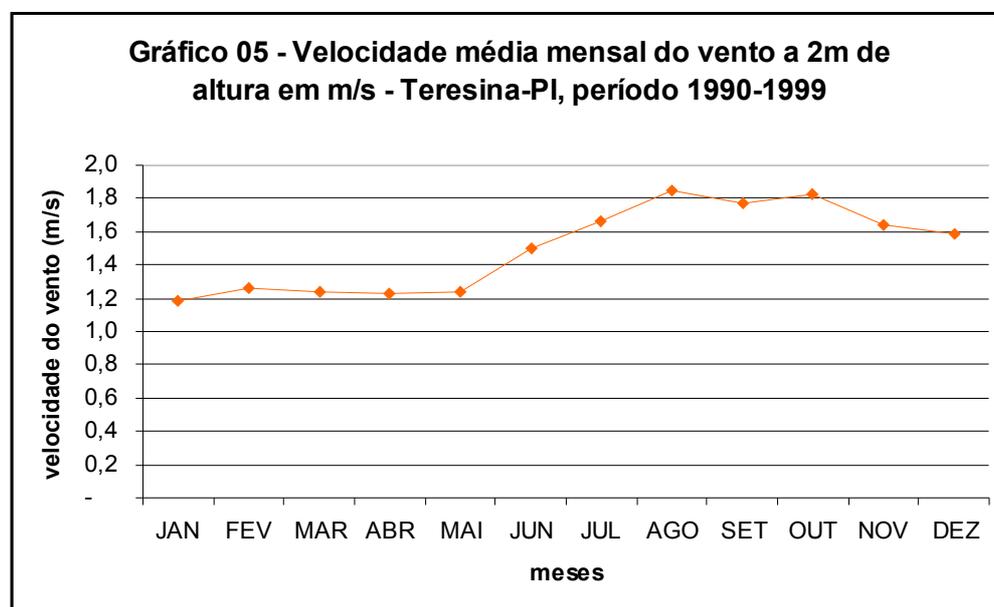


Figura 29 - Gráfico 05: Velocidade média mensal do vento a 2m de altura em m/s para Teresina/PI. Período de 1990 a 1999 em Teresina/PI.

Fonte: Adaptado de Bastos e Andrade Junior, (2000:23).

estudo segundo a metodologia de Silveira (1993) e Romero (1988).

de

As metodologias de Oliveira (1993) e Romero (1988) têm como ponto primordial de análise o clima.

Teresina apesar de possuir um clima que pode ser considerado composto, visto que, conforme Silveira (1999) possui duas estações definidas, onde uma é considerada quente e úmida e outra quente e seca, o desconforto climático no período quente e úmido é maior do que o causado pelo período quente-seco já que

Junto com a temperatura, a umidade é um dos elementos climáticos que interferem na sensação de desconforto térmico. Pequenas variações de temperatura são notadas quando a umidade é alta, ao passo que, quando a umidade é baixa, grandes variações de temperatura são suportáveis. Quando a umidade relativa e a temperatura são altas, o corpo humano tem mais dificuldade em evaporar o suor, aumentando a sensação de desconforto térmico (SILVEIRA, 1999, p.17).

Em Teresina a umidade relativa do ar é alta<sup>5</sup> mesmo no período onde o clima pode ser classificado como quente-seco. No período onde há a de chuvas, entre os meses de agosto a novembro, a umidade é considerada apenas moderada.

Conforme Oliveira (1993, p.13) em casos de climas compostos, caso da cidade de Teresina, “deve-se ponderar a importância relativa dos períodos - isto é, radicalidade da sua ocorrência e permanência no tempo – e optar pela solução que beneficie a estrutura urbana pela maior parte do tempo possível”.

Analisando o clima de Teresina quanto ao aspecto de permanência no tempo, tem-se que os dois períodos, o quente-úmido e o quente-seco ocupam espaços de tempo relativamente iguais, ou seja: de janeiro a maio, com variações, é caracterizado o período quente-úmido. Neste período há presença de chuvas, as temperaturas ficam entre 22° e 32° C<sup>6</sup> com e a umidade relativa do ar é elevada.

Entre os meses de agosto a novembro, período tido como quente-seco, as chuvas cessam, as temperaturas médias da máxima chegam a atingir 37° C com umidade relativa do ar moderada.

Quanto à radicalidade da ocorrência, o desconforto térmico ocasionado pela alta e média umidade relativa do ar que o clima de Teresina apresenta durante todo o ano vem corroborar na justificativa de se adotar nos partidos urbanísticos dos conjuntos habitacionais projetados para a cidade, soluções apropriadas ao clima quente-úmido consideradas por Oliveira (1993) e Romero (1988). Não ignorando, no entanto soluções apropriadas ao clima quente-seco quando se entender que estas possam vir também beneficiar a estrutura urbana da cidade em se tratando de seu bioclimatismo.

#### **4.1.2.4 A Vegetação**

A vegetação de Teresina é formada pelos biomas cerrado e cerradão constituídos

---

<sup>5</sup> Vê figura 27 - gráfico 03: umidade relativa do ar.

<sup>6</sup> Vê quadro 21 e 22 – valores médios de temperatura máxima e mínima mensais.

de uma cobertura arbustiva de médio porte e densa. Este tipo de vegetação está presente nas chapadas, nos divisores de topos aplainados. Também fazem parte da paisagem do município os babaçuais (*orrbignya speciosa*) e os carnaubais (*copernicia prunifera*) nativos que se estendem por vales e terrenos quaternários de maior fertilidade (TERESINA, 1993).

Lima et al. (2002, p.13) coloca que “no sítio urbano de Teresina predomina a floresta subcaducifólia mesclada de babaçu que pode ser observada tanto nos parques ambientais do Mocambinho, Parque da Cidade e Zoobotânico, como na Santa Maria da Codipi, no entorno do sítio urbano”, na região norte da cidade.

As matas de galeria possuem uma grande variedade de espécies representativas da área de transição como o babaçu (*Orrbignya speciosa*), a carnaúba (*Copernicia prunifera*), o angico branco (*Anadenanthera colubrina*), o angico preto (*Anadenanthera macrocarpa*), o caneleiro (*Cenostigma macrophyllum tull*), a embaúba (*Cecropia glazioui*), o pau d’arco (*Tabebuia impetiginosa*), o jatobá (*Hymenaea courbaril*), o juazeiro (*Zizyphus joazeiro Mart*), a pitomba (*Eugenia Iuschnathiana Berg*), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) e a unha de gato (*Uncaria tomentosa*).

## 4.2 A URBANIZAÇÃO DA CIDADE E O DEFICIT HABITACIONAL

Conforme o último Censo das Vilas e Favelas de Teresina realizado em 1999, a carência por habitações no município começou a ser percebida como problema urbano a partir da década de 1980. Neste período ocorreram as primeiras ocupações de terras públicas e privadas no perímetro urbano originando assim os primeiros assentamentos irregulares denominados pelos próprios assentados de “vilas”, aglomerados urbanos formados por habitações precárias, em áreas sem urbanização ou arruamento definido, carentes de saneamento básico, equipamentos urbanos, serviços públicos de uso coletivo e em desacordo com a legislação cabível (Figura 30).





Figura 30 – Assentamento irregular no perímetro urbano de Teresina caracterizado como favela pela Prefeitura do Município.  
Fonte: a autora.

#### 4.2.1 A Política Habitacional da Prefeitura de Teresina

Em cadastro realizado pela Secretaria Municipal de Planejamento em 1991, foi constatada a existência na cidade de 56 assentamentos irregulares. Estes eram ocupados por famílias de baixa renda e foram classificados como favelas.

Após três anos da realização deste levantamento, a Secretaria Municipal de Assistência Social realiza o II Censo das Vilas e Favelas de Teresina constatando o aumento no número de assentamentos irregulares de 56 para 141, registrando assim um crescimento de 151,79% em relação ao levantamento anterior (PREFEITURA, 1999).

No ano de 1999 a Secretaria Municipal de Habitação e Urbanismo realiza o III Censo e verifica que a cidade já possuía não mais 141 (cento e quarenta e um) assentamentos irregulares, mas 117 (cento e dezessete) vilas, 24 (vinte e quatro) favelas e 08 (oito) parques ou residenciais (Quadro 23).

	Ano	Vilas	Favelas	Parq/Resid.	Total
Censos	1993	92	49	-	141
	1996	106	39	04	149
	1999	117	24	08	150

Quadro 23 – Número de assentamentos populares existentes na área urbana de Teresina conforme os censos de 1993/1996/1999.

Fonte: Adaptado de Teresina, (2000).

Os dados acima refletem o crescimento populacional da cidade entre os anos de 1993 a 1999 em relação ao número de famílias de baixa renda, presentes no perímetro urbano e residindo de forma precária.

Os números, porém revelam uma diminuição na quantidade de favelas e o aparecimento dos “parques” após o ano de 1993. Isto se deve à urbanização de algumas

áreas que, devido às suas características eram consideradas favelas e ascenderam à condição de “vila” após a urbanização.

Em outros casos algumas favelas deixaram de existir e as famílias foram reassentadas em áreas urbanizadas denominadas de “parques”.

#### **4.2.2 Caracterização dos assentamentos populares de Teresina segundo a Política Habitacional do município.**

A Prefeitura de Teresina caracteriza os assentamentos urbanos ocupados por famílias de baixa renda presente na cidade como:

- 1- **Favela** – Local definido como área de moradia surgida a partir de ocupação por famílias sem-teto, geralmente localizadas em áreas impróprias, de risco iminente ou em leito de vias públicas. Estes assentamentos estão quase sempre sujeitos à remoção. (Figuras 31 e 32).



Figura 31 – Assentamento irregular no perímetro urbano de Teresina caracterizado como favela pela Prefeitura do Município e que ocupa área imprópria, no caso o leito de uma via pública na zona leste da cidade.

Fonte: Teresina – Secretaria de Habitação e Urbanismo



Figura 32 – Outro exemplo de assentamento definido como favela. Área alagadiça ocupada por famílias de baixa renda na zona norte da cidade.  
Fonte: Teresina – Secretaria de Habitação e Urbanismo (1998).

- 2- **Vilas** – As Vilas são definidas como áreas de moradia surgidas, assim como as favelas, a partir de ocupação por famílias sem-teto. São áreas em desacordo com a legislação urbana do município, porém passíveis de regularização, urbanização e saneamento (Figura 33).



Figura 33 – Exemplo de assentamento definido como “Vila” pela Política Habitacional da Prefeitura de Teresina. Na figura a Vila Padre Eduardo na zona norte da cidade.  
Fonte: Teresina – Secretaria de Habitação e Urbanismo

3 - **Parques e Residenciais** - Descritos como loteamentos feitos pela Prefeitura do Município, obedecendo todos os requisitos vigentes na legislação urbana da cidade (Figura 34).



Figura 34 – Exemplo de assentamento definido como “Parque ou Residencial” pela Política Habitacional da Prefeitura de Teresina. Na figura o Parque Wall Ferraz na zona norte da cidade.  
4. Fonte: Teresina – Secretaria de Habitação e Urbanismo (1998).

Após a realização do Censo em 1996, a Prefeitura lançou através da Secretaria Municipal de Habitação e Urbanismo o programa Moradia Digna e Segura em Teresina com o objetivo minimizar o déficit habitacional da cidade. O programa executado em parceria com outros órgãos da administração pública, Federações de moradores e Conselhos Comunitários, compreende cinco projetos que são:

- 1- **Censo das Vilas e Favelas de Teresina** – Que tem como objetivo realizar o levantamento de dados relativos às vilas e favelas da capital além de fazer o cadastramento das famílias residentes e traçar um perfil da realidade econômica destes locais, com o objetivo de subsidiar o planejamento de ações a serem desenvolvidas;
- 2- **Projeto Morar Legal** – Projeto de regularização fundiária que procura

solucionar conflitos oriundos da ocupação ilegal de terrenos urbanos privados ou públicos, por meio de desapropriação e da desafetação;

- 3- **Projeto Lotes Urbanizados** – Concede lotes dotados de infra-estrutura básica, arruamento, rede de abastecimento de água e energia elétrica às famílias de baixa renda e a famílias do Projeto Minha Casa;
- 4- **Projeto Casa Melhor** – Objetiva a melhoria de habitações precárias das vilas e favelas da cidade, através da substituição de telhados paredes e pisos por outros materiais considerados de melhor qualidade.
- 5- **Projeto Minha Casa** – Projeto desenvolvido em regime de mutirão e autoconstrução, destinado às famílias de baixa renda que não possuem moradia e que possuem renda familiar entre zero a dois salários mínimos mensais. Os lotes, com área em torno de 160m<sup>2</sup> são entregues em áreas urbanizadas com arruamento, água e energia elétrica. O financiamento para a construção da residência é realizado pelo Fundo Municipal de Habitação que proporciona uma cesta básica suficiente para a construção de uma casa tipo embrião, com área igual a 24,83m<sup>2</sup>, com planta e assistência técnica fornecida pela Prefeitura (TERESINA, 1999).

#### 4.2.2.2 O Projeto Minha Casa

O Projeto Minha Casa é responsável pela execução dos 08 (oito) assentamentos tipo Parques ou Residenciais implantados pela Prefeitura durante a década de 1990 (Figura 35).



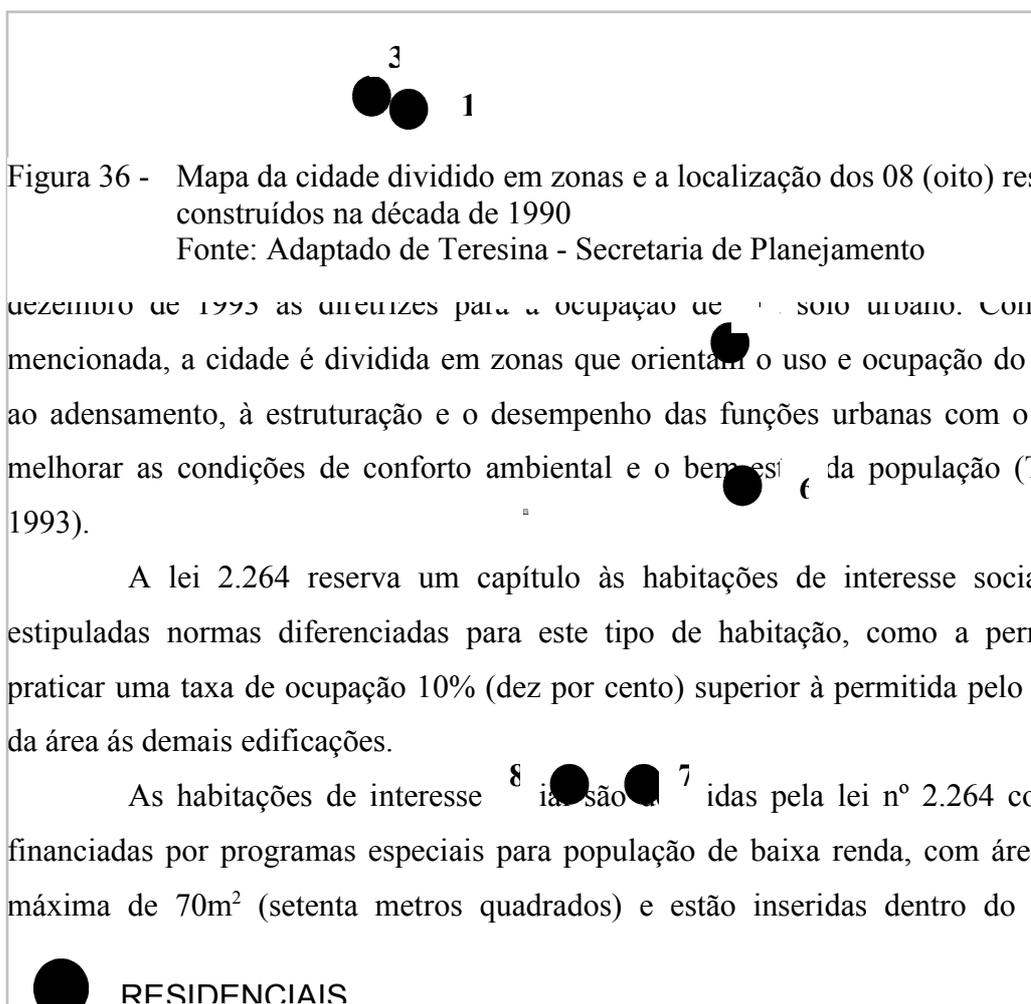
Figura 35 – Parque Wall Ferraz, zona norte da cidade, à época da construção em 1998.

Fonte: Teresina – Secretaria de Habitação e Urbanismo.

Estes 08 (oito) assentamentos receberam um total de 4.597 famílias que foram assentadas em quatro das cinco zonas em que o perímetro urbano da cidade está dividido (Figura 36), a média de 574 famílias por loteamento. (TERESINA, 1999).

Abaixo a relação dos Parques ou Residenciais implantados durante a década de 1990 pelo programa Minha Casa e localização.

- 1- Parque Wall Ferraz – (zona norte);
- 2- Parque Poti – (zona norte);
- 3- Parque Firmino Filho – (zona norte);
- 4- Parque Governador Mão Santa – (zona leste);
- 5- Parque Anita Ferraz - (zona leste);
- 6- Residencial Frei Damião – (zona sudeste);
- 7- Parque Dagmar Mazza – (zona sul);
- 8- Residencial Betinho – (zona sul).



definido como ZR1 (Quadro 24) que estabelece os seguintes usos e recuos:

Zona ZR1							
USOS		I.A	Frente	Laterais		Fundos	T.O
Habitacional	H						
Comercial	C1						
Serviços	S1	1,00	2,00	1,50	ZERO	1,50	60%
Industrial	I1						
Institucional	E1						

Quadro 24 - Usos e recuos para a zona Zr1 conforme lei n° 2.264 de 16 de Dezembro de 1993 para o município de Teresina

Fonte: Teresina (1993, p.18)

#### 4.2.4 O Bairro Santa Cruz

Situado na localidade também conhecida por Angelim, antiga fazenda Angelim de João Angeline, o bairro recebeu o mesmo nome do primeiro loteamento implantado na região pela Prefeitura.

Possui uma população estimada em 8.765 habitantes, distribuídos em 2.099 domicílios permanentes, com média de 4,17 hab/domicílio. A renda média mensal dos habitantes do bairro é de R\$ 376, 46 por pessoa responsável por domicílio (TERESINA, 2006).

#### 4.2.5 O Conjunto Residencial Hebert de Sousa – Betinho

O conjunto Residencial Hebert de Sousa está localizado na zona sul de Teresina, no Bairro Santa Cruz (Figura 37). Trata-se de um assentamento construído através do Projeto Minha Casa para reassentar famílias de baixa renda que se encontravam residindo em locais impróprios dentro da área urbana da cidade.

##### 4.2.5.1 O público do Residencial

Cadastradas através do Censo de 1996 pela Prefeitura, as famílias que hoje residem no conjunto se encontravam assentadas em vários locais da cidade. Conforme a assistente social da Superintendência de Desenvolvimento Urbano Sul – SDU/Sul da Prefeitura de Teresina, Adriana Alves de Moura<sup>7</sup>, todas as famílias residiam na zona sul, em locais impróprios, insalubres, sujeito a alagamentos ou conflitos.

Conforme Adriana Alves de Moura, as famílias cadastradas têm como condição

<sup>7</sup> Adriana Alves de Moura é Assistente Social da Superintendência de Desenvolvimento Urbano Sul da Prefeitura de Teresina e trabalhou no cadastramento das famílias que foram reassentadas no conjunto Residencial Hebert de Sousa.

primeira para integrar o Projeto, perceberem de zero a dois salários mínimos mensais e não possuir residência própria.

#### 4.2.5.2 Aspectos físicos do Residencial

O Residencial Hebert de Sousa, situado no Bairro Santa Cruz possui área igual a 199.611,00 m<sup>2</sup> e perímetro de 1.902.206 m.

O terreno para sua construção foi adquirido pela Prefeitura após desmembramento da Data Porto Alegre, antiga fazenda Angelim localizada na sul da cidade (BUCAR, 1997).

A construção do conjunto habitacional aconteceu no ano de 1997 onde foram reassentadas 465 famílias, correspondendo um total de 1.084 habitantes. (TERESINA, 2000).

O partido urbanístico do conjunto foi elaborado por técnicos da Secretaria de Planejamento da Prefeitura de Teresina. Possui uma malha tipo xadrez, formada por quadras retangulares, variando de 70 a 160,00 metros de comprimento, que abriga lotes com cerca de 160,00 m<sup>2</sup> (Figura 38).

É formado por áreas institucionais, verdes, de circulação, não edificantes e as destinadas à construção das residências. Estas áreas estão de acordo com a legislação do município no que se refere à percentagem mínima permitida por área específica. Suas vias principais possuem 12,00 metros de largura. As secundárias possuem largura igual a 6,00 metros e todos os passeios do conjunto foram projetados com largura de 1,50 metros (Quadro 25).

	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
<b>Quadras</b>	98.532,87	49,37
<b>Áreas Verdes</b>	27.049,31	13,55
<b>Áreas institucionais</b>	10.595,13	5,31
<b>Áreas “nonedificanti”</b>	2.304,02	1,15
<b>Vias de circulação</b>	61.129,67	30,62
<b>Terreno</b>	199.611,00	100

Quadro 25 - Residencial Hebert de Sousa: Quadro de Áreas

Fonte: Teresina/Secretaria de Planejamento

**Figura 37 – Mapa de Teresina com localização do conjunto Residencial Hebert de Sousa .**



**Figura 38 - Planta do Partido urbanístico do Residencial Hebert de Sousa**

O Hebert de Sousa obedece ao modelo padrão dos assentamentos da Prefeitura de Teresina de conjuntos habitacionais horizontais, formados por unidades unifamiliares isoladas, com apenas um pavimento; em terrenos urbanizados com arruamento, água e energia elétrica e em conformidade com a legislação urbana do município como pode ser visualizado na Figura 39.

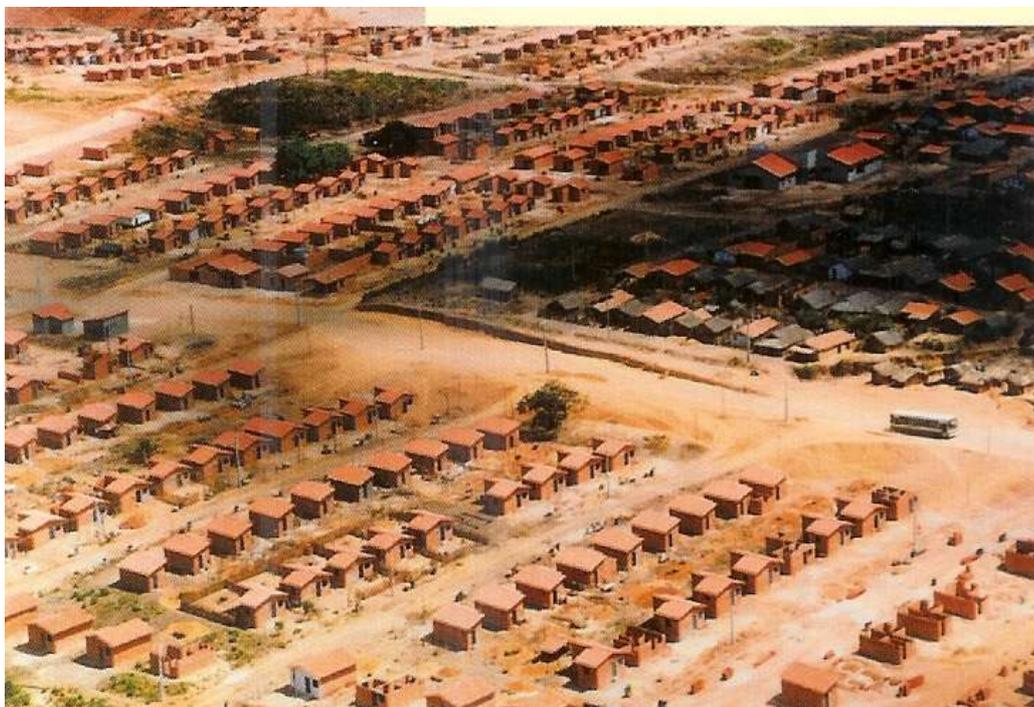


Figura 39 – Vista aérea do conjunto Frei Damião na zona sul da cidade que faz parte do Projeto Minha Casa da Prefeitura de Teresina.

#### **4.2.5.3 Unidades habitacionais do Residencial Hebert de Sousa – Características**

As unidades habitacionais do Residencial Hebert de Sousa são constituídas de três cômodos pequenos com previsão de ampliação. A planta (Figura 40) possui as características abaixo.

Dados referentes a cada unidade habitacional:

- Área do terreno ou lote: 160,00m<sup>2</sup>
- Área construída: 24,83m<sup>2</sup>
- Tipologia do imóvel: Sistema construtivo: alvenaria de tijolo, com cobertura em madeiramento com telha de barro cozido, tipo capa / canal em duas águas;  
Piso: Cimentado liso;

Aberturas: Combogó em concreto (aberturas do banheiro e cozinha); janelas e portas de abrir, metálicas.

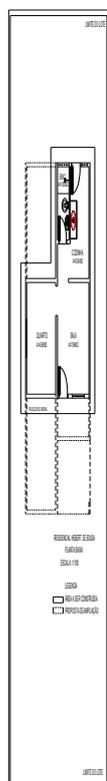


Figura 40 – Planta Baixa das unidades habitacionais do Residencial Hebert de Sousa  
Fonte: Teresina – Secretaria de Desenvolvimento Urbano Sul

A locação da edificação no lote é feita obedecendo aos recuos do zoneamento em que o Residencial encontra-se inserido (ZR1 – Quadro 24) com as ampliações futuras sendo sugeridas nos espaços frontal e posterior do imóvel, espaço este que possibilita o aumento da área construída sem ferir os afastamentos impostos pelo zoneamento.

As habitações do conjunto (Figuras 41 e 42) foram construídas em regime de mutirão e autoconstrução com apoio técnico da Prefeitura do Município.



**Situação A**

**Características**

Figura 42 – Unidades habitacionais em  
Fonte: Teresina – Secretari

**Implantação conforme lei de ocupação do solo urbano do município - zona ZR1**

**Situação B**

**Características**

- Recuos mínimos:
- Frente: 2,00m
  - Laterais: 1,50m e ZERO
  - Fundos: 1,50m
  - I.A: 1
  - T.O: 60%
  - Área construída permitida: 102,69m<sup>2</sup>

**Opção de implantação para habitações de interesse social permitida por lei com taxa de ocupação 10% maior que a do zoneamento**

- Recuos mínimos:
- Frente: 2,00m
  - Laterais: 0,50m e ZERO
  - Fundos: 1,50m
  - I.A: 1
  - T.O: 70%
  - Área construída permitida: 119,81m<sup>2</sup>
  - Área haxurada: 118,99m<sup>2</sup>

**Situação C**

**Características**

**Opção de implantação para habitações de interesse social permitida por lei com taxa de ocupação 10% maior que a do zoneamento**

- Recuos mínimos:
- Frente: ZERO
  - Laterais: 1,25m e ZERO
  - Fundos: 1,50m
  - I.A: 1
  - T.O: 70%

Quadro 26 – Simulação de implantação de edificações de interesse social conforme recuos do zoneamento ZR1 e exemplos de implantação conforme taxa de ocupação 10% maior permitida para habitações de interesse social. Área do lote: 160,00m<sup>2</sup>

Fonte: a autora

## CAPÍTULO 5

### 5.1 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

O Residencial Hebert de Sousa - Betinho foi projetado obedecendo à legislação urbana de Teresina que estabelece diretrizes para uso e parcelamento do solo urbano na cidade. Todos os equipamentos urbanos presentes em seu partido urbanístico estão em conformidade com a legislação urbana vigente. Desta forma suas áreas, largura de vias, tamanho de quadras ou testada dos lotes obedecem ao mínimo exigido na legislação que estabelece para loteamentos de interesse social, diretrizes particulares.<sup>8</sup>

As unidades habitacionais (Figura 43) levantadas em regime de mutirão e autoconstrução foram erguidas conforme a planta tipo embrião (Figura 40), fornecida pela Prefeitura do município.

O conjunto possui um traçado com malha ortogonal, cujas quadras retangulares possuem dimensão média de 100m x 40m, orientadas na direção leste-oeste.

Os quarteirões são formados por lotes, também retangulares, com testada de 8,00m e profundidade de 20,00m.



Figura 43 – Arruamento do Residencial Hebert de Sousa. Casas tipo embrião construídas em regime de mutirão e autoconstrução. Fonte: a autora.

### 5.1.1 Relevo - declividade

Declividades médias, altas ou muito altas não são apropriadas a nenhum tipo de clima, pois “conduzem a grandes consumos energéticos nos deslocamentos urbanos, devendo assim ser evitadas” (OLIVEIRA, 1993).

#### 5.1.1.1 Cálculo da declividade<sup>9</sup>

Para o cálculo da declividade média do sítio foi utilizado o método de cálculo da declividade média (LINSLEY et al, 1975), onde a declividade média é obtida através das variáveis relacionadas na fórmula 05:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta I_i}{W_i} a_i}{A}$$

#### Fórmula 05

Onde:

- D = declividade média do sítio;
- $\Delta I_i$  = diferença de altitude padrão entre duas curvas de nível;
- $W_i$  = largura média entre duas curvas de nível;
- $a_i$  = área entre as curvas de nível;
- A = área do sítio;
- n = número de intervalos de curva de nível.

Conforme Oliveira (1993), a declividade determina maiores ou menores trocas de calor com o ambiente climático. Assim quanto maior a declividade, maior a superfície de contato com o meio em relação à sua projeção em plano horizontal e conseqüentemente são maiores as trocas térmicas.

Declividades médias, altas e muito altas além de não favorecerem o conforto de circulação em quaisquer climas, conduzem a grandes consumos energéticos nos deslocamentos urbanos, devendo assim ser evitadas.

Em climas muito úmidos e que apresentam altos índices pluviométricos, a baixa declividade dificulta o escoamento das águas pluviais em momentos de chuvas muito intensas.

<sup>9</sup> A memória de cálculo da declividade encontra-se nos anexos.

A declividade do Residencial Hebert de Sousa é classificada como **baixa**<sup>10</sup> (conforme Quadro 03), constituindo assim a melhor situação para o clima quente-úmido.

Quando o sítio possui uma declividade baixa, a influência no conforto é mínima já que as trocas térmicas nestas situações são menores devido à superfície de contato com o meio também ser menor (OLIVEIRA, 1993).

Pelas simulações feitas do relevo do Residencial Hebert de Sousa (BALDAM e COSTA, 2003)<sup>11</sup> percebe-se que o sítio pode ser considerado plano, apresentando baixa declividade (Figuras 44 e 45).

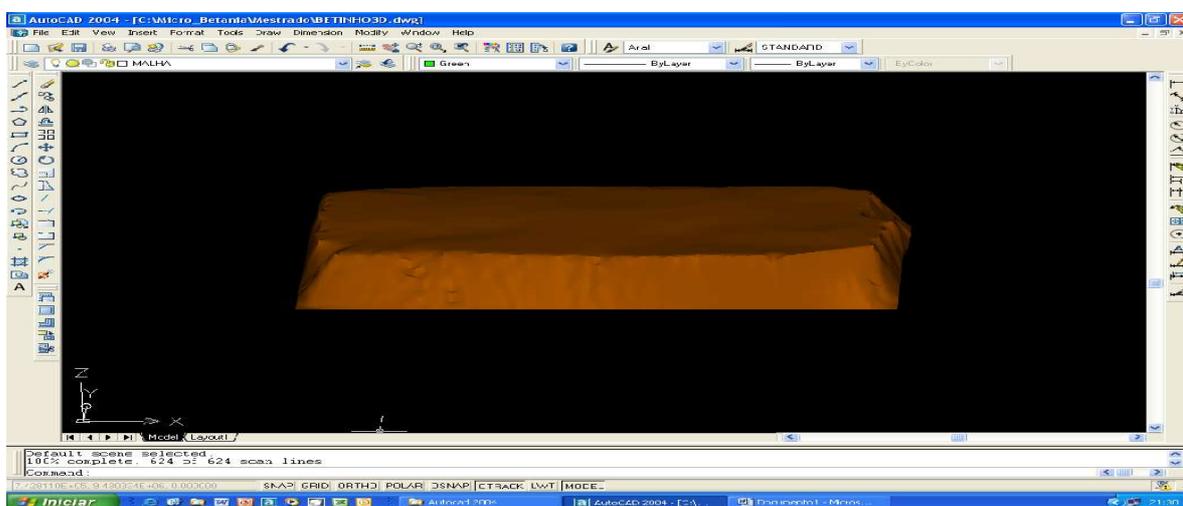


Figura 45 – Simulação gráfica do relevo renderizado do Residencial Hebert de Sousa.  
Fonte: a autora.

Os efeitos das orientações das declividades no hemisfério sul, conforme Oliveira (1993) são os seguintes:

- a) **Orientação Norte** – Maiores temperaturas, menor umidade, maiores ganhos de radiação térmica e luminosa;
- b) **Orientação NE e NO** – Efeitos quase iguais aos do norte, só um pouco menores;
- c) **Orientação Leste** – Temperaturas menores no inverno, mas altas no verão, umidade média, ganhos de radiação variável com máximos pela manhã, temperaturas variáveis;
- d) **Orientação Oeste** – Temperaturas menores no inverno e altas no verão, umidade média, ganhos de radiação variáveis com máximos pela tarde, temperaturas muito variáveis;

<sup>10</sup> A declividade do sítio é de 6,107%. Conforme Oliveira (1993), a declividade entre 4 e 13%, é considerada baixa.

<sup>11</sup> Rotina de simulação do relevo em anexos

e) **Orientação Sul** – Temperaturas menores no inverno e no verão, umidade mais alta, ganhos de radiação nulos ou muito baixos no inverno e altos no verão (até latitudes próximas ou menores de 24° S), pouca oscilação de temperaturas.

O Residencial Hebert de Sousa está assentado em terreno cuja declividade está orientada para a direção Oeste o que pode ser observado pela planta planialtimétrica do sítio (Figura 46).

Conforme Oliveira (1993), a orientação mais adequada para regiões localizadas no hemisfério sul são as voltadas para o quadrante norte, oposta assim à ação dos raios de sol de verão, onde os dias são mais longos e quentes.

Essa observância, no entanto é mais bem percebida em latitudes maiores. Em latitudes próximas ao equador, caso de Teresina e onde os raios solares atingem o solo quase perpendicularmente e os dias de inverno não diferem muito dos dias de verão em função da quase simetria do movimento aparente do sol, outros elementos, como o vento, são alternativas de controle térmico.

A declividade do conjunto, considerada baixa e em sentido oeste (Quadro 04) favorece as temperaturas menores no inverno e altas no verão. De acordo com Oliveira (1993) os ganhos de radiação nesta situação são variáveis com picos máximos pela tarde. Em Teresina, os horários após o meio dia são os mais quentes. Desta forma, pode-se concluir que a orientação da declividade do relevo do sítio estudado não favorece o conforto térmico. Outros elementos então precisam atuar a fim de coibir o desfavorecimento da orientação do relevo.

**Figura 46- Betinho : Levantamento Planialtimétrico.**



### 5.1.3 Relevo - conformação geométrica

De acordo com Oliveira (1993) sítios côncavos apresentam clima de extremos. Ou muito frios ou muito quentes, com maior duração tanto de temperaturas quanto de umidade. São assim propícios à formação de nevoeiros o que prejudica a visibilidade e favorece a permanência de poluentes aéreos. Já sítios convexos estão mais expostos às trocas térmicas, com ganhos ou perdas mais acentuadas de calor.

Conforme o observado pela simulação gráfica do relevo (Figuras 39 e 40) onde foi utilizado o levantamento altimétrico (Figura 41), o Residencial Hebert de Sousa encontra-se assentado em uma região cujo relevo é plano. Apresentam algumas pequenas elevações, cujo ápice está caracterizado pela curva de nível de número 105, bem como pequenas depressões que podem ser consideradas inexpressivas em relação ao seu tamanho e largura.

A partir do observado conclui-se que o sítio é **plano** (Quadro 05) não estando o mesmo sujeito a grandes trocas térmicas, o que ocorre em sítios convexos; nem a situações que favorecem a duração do frio ou calor, como ocorre em sítios côncavos.

### 5.1.4 Relevo - altura relativa

Dentro da conformação geométrica, existem proporções entre a extensão da área que contém o sítio e a sua profundidade (ou altura), que fazem acentuar ou diminuir os efeitos higro-térmicos e ambientais do sítio.

De acordo com Oliveira (1993) a altura relativa **h** é a relação entre a cota de altura que vai do fundo do vale ou crista da onda até as bordas da conformação geométrica e a extensão do vale ou domo. No Quadro 11 o autor considera “grande altura” quando **h** é igual à metade da largura entre bordas; “média altura” quando **h** é igual à 1/4 da largura entre bordas. Quando domo, altura positiva. Quando vale, altura negativa.

Para o Residencial Hebert de Sousa, a altura média **h** calculada é bem menor que 1/4 da largura entre as bordas classificando o sítio como “**Plano Horizontal**” para efeito de pontuação. Nas Figuras 39 e 40 pode ser observado o relevo bem comportado do sítio.

Dados do sítio usados para cálculo da altura relativa (h):

- 1 - Comprimento (extensão) do sítio = 600,00m.
- 2 - Largura entre as bordas do sítio = 339,27m
- 3 - Diferença das cotas entre o fundo do vale e as bordas do sítio = 5,80m.
- 4 - Sítio em forma de vale (Pelo comportamento das curvas de níveis – Figura 41).

$$h = \frac{5,80m}{600m} = 0,097 < \frac{339,27}{4} = 84,82 \Rightarrow \text{Relevo "plano horizontal"}$$

### 5.1.5 Solo - natureza

Albedo, inércia térmica, umidade, densidade e grau de compactidade são características higrótérmicas dos solos que variam em função de sua composição granulométrica.

Oliveira (1993) citando Florença et al (1989) mostra as cinco possibilidades de terrenos e suas respectivas características físicas utilizadas em sua metodologia (Quadro 27):

Tipo de solo	Características
silicoso	Albedo médio ou baixo e menor incidência de radiação; umidade baixa, alta inércia térmica em áreas compactadas;
calcário	Albedo alto e maior incidência de radiação; umidade baixa, inércia térmica menor em áreas compactadas;
argiloso	Albedo médio ou baixo e menor incidência de radiação, umidade alta com variações, inércia térmica relativamente alta em áreas compactadas;
arenoso	Albedo alto e maior incidência de radiação, umidade baixa, inércia térmica média em áreas compactadas;
vulcânico	Albedo baixo e menor incidência de radiação, umidade baixa dependendo do substrato, inércia térmica em áreas compactadas se sua densidade é grande.

Quadro 27 – Tipos de terrenos e características físicas

Fonte: Adaptado de Oliveira, (1993).

Conforme Piauí: Caracterização do Quadro Natural (1996, p.81), Teresina possui solo arenoso quartzoso. Este tipo de solo com dominância de minerais de quartzo, excessivamente drenados, “possui baixíssima capacidade de retenção de umidade, praticamente sem capacidade de troca por falta de colóides. São solo muito ácidos, de cor clara, provenientes da decomposição de arenito ou de acumulações coluviais”.

Os solos arenosos são possuidores de albedo alto, maior incidência de radiação, umidade baixa e inércia térmica média em áreas compactadas (OLIVEIRA, 1993). São desfavoráveis aos climas quentes, em regiões com grande incidência solar, próximas ao equador, como é o caso de Teresina.

A vegetação, nestes casos, pode ser usada como elemento inibidor do alto albedo do solo.

### 5.1.6 Formato - horizontalidade

Dentre os tipos de trama utilizados no desenho urbano, as formas mais compactas como o círculo e o quadrado são as mais conservadoras de energia, fazendo com que a área central do tecido urbano e cordões periféricos apresentem provavelmente ambientes climáticos clássicos de uma “ilha de calor”. Formas urbanas alongadas, tentaculares e nucleadas, oferecem maiores possibilidades de trocas térmicas com o meio circundante (OLIVEIRA, 1993).

Conforme pode ser observado pela Figura 33 – Planta do Partido Urbanístico, a trama do Residencial Hebert de Sousa é alongada e retangular, assim como as quadras que formam os quarteirões que compõem o tecido. Estas possuem dimensões que variam entre 70,00m e 160,00m.

As formas urbanas alongadas oferecem mais possibilidades de trocas térmicas com o entorno. Seu desempenho bioclimático é considerado mediano; superior ao das formas circulares, quadradas ou nucleares com satélites, porém inferior ao desempenho da forma tentacular.

Quanto à forma urbana, as observações de Romero (1988) para as regiões quente-úmidas, são que o tecido urbano deve ser disperso. A forma mais solta, aberta e extensa é a mais adequada para as regiões que possuem este tipo climático. Em áreas com pouca densidade, as edificações devem ser soltas, de modo a permitir a circulação do ar, o plantio de árvores e conseqüentemente a diminuição da radiação solar, procurando uma maior interação entre os ambientes externo e interno.

Mota (2003), alerta que, na concepção do projeto certas medidas precisam ser tomadas no intuito de promover uma ocupação do solo urbano de forma correta e sustentável. No desenho das ruas deve-se evitar o traçado de ruas longas, situadas perpendicularmente às curvas de nível. As vias principais devem estar paralelas a estas.

Analisando o conjunto Hebert de Sousa conforme as observações de Mota (2003) é percebido a implantação inadequada do conjunto em relação ao sítio. As vias principais do residencial principais são longas e perpendiculares às curvas de nível o que pode ser observado pela planta do partido urbanístico, Figura 33.

Os lotes possuem dimensões reduzidas, em formato retangular<sup>12</sup>, com pouca testada. Este formato estimula a construção de edificações muito próximas uma às outras, com pouco ou nenhum afastamento o que impede a ventilação e a arborização necessárias

---

<sup>12</sup> Os lotes do Residencial Betinho possuem a dimensão padrão de 8,00x20,00m adotada em quase todos os assentamentos populares da cidade.

em climas quente-úmidos.

Este formato de lote, retangular e com testada pequena é ainda herança do urbanismo português, usado à época do Brasil colônia onde as ruas eram estreitas e inexistiam os passeios e a uniformidade dos terrenos correspondia à uniformidade dos partidos arquitetônicos. As casas eram construídas de modo uniforme e em alguns casos, conforme padronização fixada por Cartas Régias o que garantia às vilas e cidades brasileiras uma aparência portuguesa. Esta forma de ocupação do solo urbano se perpetuaria por quase todo o século XIX (REIS, 2004).

O Residencial Hebert de Sousa segue o modelo de implantação de assentamentos realizados entre as décadas de 20 e 40 do século XX passado, surgidos no processo de urbanização das áreas periféricas dos grandes centros urbanos, como a exemplo de São Paulo e que usavam a nomenclatura de “vilas”. Como diz Reis (2004, p.70)

os loteamentos de tipo popular viriam a constituir, quase sempre, uma reinterpretação dos velhos esquemas tradicionais, com exagerados índices de aproveitamento, criando dificuldades que não eram previstas nas tradições. Retiravam os aspectos positivos dos planos das cidades-jardim, transformando os novos bairros em sucessões infundáveis de quadriculados, com lotes tão exíguos, que a disposição geral dos edifícios já ficava pré-determinada. Esse tipo tornou-se comum em São Paulo, onde as casas de tipo popular eram construídas aos poucos, pelos proprietários, freqüentemente com o auxílio dos vizinhos e amigos sob a forma de mutirão.

Identifica-se no Residencial Hebert de Sousa as mesmas características que Reis (2004) menciona quando descreve o processo de urbanização de São Paulo, em razão do processo de industrialização da cidade ocorrido ainda entre as décadas de 20 e 40 do século XX já mencionado.

### **5.1.7 Formato – verticalidade**

Quanto maior a dimensão vertical da estrutura urbana, maior a utilização de materiais de construção como o concreto armado, o asfalto e o ferro, com mais energia embutida. Maiores também as atividades antrópicas no seu meio. Conseqüentemente, maior favorecimento ao aparecimento dos fenômenos negativos da “ilha de calor”, apresentando áreas centrais mais quentes ou mais frias do que a periferia e uma concentração de poluentes aéreos nas suas áreas centrais (OLIVEIRA, 1993).

A verticalidade ditada pela altura dos edifícios deve ser analisada quanto à carga térmica recebida devido à insolação e atividades antrópicas e quanto ao consumo energético para sua utilização e manutenção, por exemplo, com uso de elevadores.

Quanto maior o número de pavimentos, maior a concentração de atividades antrópicas como também a quantidade de materiais que como o concreto armado, o ferro e o asfalto são considerados concentradores de energia (OLIVEIRA, 1993). Desta maneira, cidades “verticais” são mais favoráveis ao aparecimento do fenômeno negativo da “ilha de calor” e da concentração de poluentes aéreos.

Romero (2001), citando Moreno (1993) coloca que os albedos dos materiais típicos das construções urbanas costumam ser menores ou bastante menores que os das superfícies rurais. Esta característica, somando-se à geometria urbana, ou seja, à massa construída de vias e edificações faz com que o albedo decresça em relação às superfícies horizontais, já que a radiação fica limitada.

A radiação incidente nas fachadas é apenas parcialmente refletida para o céu. Grande parte é absorvida pelas paredes dos edifícios e pelo revestimento das vias. O adensamento e a verticalidade fazem com que a radiação solar absorvida permaneça concentrada por mais tempo dentro do tecido urbano.

O conjunto Hebert de Sousa é constituído basicamente por edificações de apenas um pavimento. Esta característica o coloca em situação favorável devido à baixa concentração de materiais absorventes e concentradores de energia que contribuem para modificar o clima urbano. Conforme Oliveira (1993), o Hebert de Sousa possui formato-verticalidade classificado como baixo (Quadro 09).

### **5.1.8 Formato – densidade/ocupação do solo**

Quanto maior a densidade de construção e a ocupação do solo, maior a captação e difusão da radiação solar que é absorvida e transmitida para o entorno.

Também o alto valor da densidade/ocupação do solo contribui para a formação do fenômeno conhecido como “ilha de calor” e para o aumento da quantidade de poluentes aéreos presentes na atmosfera, responsáveis pela insalubridade do ar (OLIVEIRA, 1993).

Planejado para abrigar uma população de 1.084 habitantes em uma área de 199.611,00m<sup>2</sup>, o conjunto Hebert de Sousa possui densidade baixa.

Sua taxa de 54,31hab/ha é considerada **muito baixa** (Quadro 10) colocando o conjunto em situação favorável a todos os tipos de clima.

Esta característica pode ser alterada através do aumento da área construída no Residencial. Registra-se que o crescimento das residências é comum e esperado uma vez que as habitações são pequenas e não atendem ao anseio do conforto almejado pelos habitantes.

### **5.1.9 Formato – orientação ao sol**

Conforme o formato-orientação ao sol do conjunto, pode-se analisar dois aspectos relacionados ao conforto. Um é o favorecimento do controle do sol para as edificações, o outro é o conforto quanto à circulação de pedestres e usuários dos veículos automotores.

Oliveira (1993) apresenta as seguintes observações em relação ao atributo:

- a) Considerando o sentido maior da trama, o lado menor dos lotes ou sua testada e fundos devem estar voltados para as vias de circulação maiores, deste modo, minimizam-se as distâncias e os deslocamentos no sentido maior da trama, o que resultará em maior conservação de energia nos deslocamentos;
- b) Caso a trama não possua um sentido maior, a orientação do sentido menor dos lotes é que deve seguir as orientações apontadas. Caso os lotes não possuam sentido maior, as fachadas menores dos edifícios é que devem estar voltadas para as vias de maior circulação. Estas observações quanto à orientação dos lotes visam diminuir a carga térmica que as edificações recebem.

Romero (1988) coloca que a orientação das ruas em regiões quente-úmida deve ser de tal forma que permita o sombreamento e a permanência nos espaços públicos. Este sombreamento pode ser conseguido através da orientação adequada do traçado em relação ao sol considerando a orientação da declividade do terreno bem como a direção e largura das vias; também com a introdução de elementos que auxiliem o sombreamento como a vegetação no lado do poente nos passeios públicos além de elementos construtivos como beirais longos, varandas e/ou marquises nas edificações.

Observando a trama do conjunto Hebert de Sousa percebe-se que este possui uma trama alongada, orientada na direção leste-oeste (Figura 33).

A maior parte dos lotes possui suas dimensões menores voltadas para as vias principais que estão dispostas também neste sentido. Porém, por ser uma trama alongada, o deslocamento que se faz para ir de uma extremidade a outra do conjunto é muito grande, o que implica em gasto de energia para os veículos automotores e desconforto para os pedestres. Uma trama menos alongada, com equipamentos urbanos mais próximos, seria

mais confortável e econômica.

#### **5.1.10 Rugosidade-diversidade de alturas**

A inércia, a diferença de pressão e a fricção governam o movimento das massas de ar (OLIVEIRA, 1985). A fricção dos ventos com a forma urbana será mais ou menos conseqüente dependendo do grau de rugosidade apresentada pela forma urbana. As conseqüências podem ser a ventilação dos seus espaços e edificações, a retirada de poluentes aéreos e maiores trocas térmicas entre o ar e a massa edificada.

O grau de rugosidade da forma urbana depende da diversidade de alturas das edificações; do índice de fragmentação das áreas construídas e do diferencial de alturas encontrado.

Quanto à rugosidade-diversidade de alturas Oliveira (1993) citando Villas Boas (1983) afirma que: “a localização apropriada de edifícios altos entre edifícios baixos irá ventilar os espaços urbanos mais eficientemente do que quando se têm a mesma altura, resultando em melhores condições de conforto térmico e qualidade do ar”.

O Residencial Hebert de Sousa por apresentar edificações de apenas um pavimento, não possui diversidade de alturas. Isto já era esperado considerando que o conjunto foi projetado para atender um público que possui baixo poder aquisitivo, onde os lotes são pequenos, pensados para abrigar edificações de apenas um pavimento.

Com estas características, a possibilidade de que o mesmo cresça no sentido vertical é pequena. Mais provável é a possibilidade de crescimento horizontal dos imóveis, ocupando as áreas laterais, frontal e de fundo do terreno que constituem nos afastamentos ou recuos (Figura 47).

Esta forma de crescimento horizontal em que se ocupa quase todo o lote tem efeito negativo na questão do conforto já que contribui para diminuir a ventilação, a iluminação e a salubridade do imóvel.



Figura 47 – Vila Ferroviária zona sul da cidade. Exemplo de crescimento horizontal das habitações que em muitos casos, ocupam quase que a totalidade do lote.  
Fonte: a autora.

#### **5.1.11 Rugosidade-fragmentação**

Conforme o cálculo do índice de fragmentação, o Residencial Hebert de Sousa é pouco fragmentado<sup>13</sup>. Resultado também esperado em virtude das características do conjunto já mencionadas no item 5.1.10 (rugosidade-diversidade de alturas) que é a sua destinação voltada às famílias de baixa renda e em virtude disto, ter sido projetado com lotes projetados pequenos que possuem área média de 160,00m<sup>2</sup>, distribuídos em uma malha contínua, toda ocupada e por isso não fragmentada.

#### **5.1.12 Rugosidade-diferencial de alturas**

No item rugosidade-diferencial de alturas o Residencial Hebert de Sousa não pontuou já que possui edificações com apenas 01 pavimento e o índice de repetição (ir) calculado, conforme metodologia de Oliveira (1993) foi igual a **0,28**<sup>14</sup>, menor que **0,30**, valor indicado como o menor valor a ser considerado para a pontuação do atributo.

#### **5.1.13 Porosidade-tipo de trama**

A porosidade, atributo da forma urbana que determina uma maior ou menor penetração dos ventos na estrutura urbana depende de três aspectos: Do tipo da trama; da orientação da trama e do grau de continuidade da trama.

<sup>13</sup> Memória de cálculo nos anexos.

<sup>14</sup> Memória de cálculo nos anexos

O Residencial Hebert de Sousa, conforme pode ser observado na Figura 36 possui uma trama ortogonal, com lotes retangulares que se enquadra na classificação da trama em xadrez (Quadro 15).

O item orientação da trama aos ventos é analisado a seguir, seguido do item continuidade da trama.

#### **5.1.14 Porosidade-orientação aos ventos**

Quando o vento é a única alternativa para estabelecer condições de conforto térmico mesmo ao ar livre e à sombra, há que se compatibilizar o controle da radiação solar com a necessidade de garantir ventilação. Quando o vento proveniente de uma orientação é muito frio, também há necessidade de se rever a orientação mais adequada e desse modo se eliminar as perdas de calor por convecção.

Há que se observar também a velocidade do vento. Os ventos que possuem alta velocidade são incômodos e causam desconforto tanto quanto a ausência da ventilação (ROMERO, 1988).

Outro aspecto a ser observado é a canalização e o afunilamento. A canalização aumenta a velocidade e, se esta originalmente já é alta, pode trazer desconforto térmico pela ação mecânica dos ventos sobre os usuários dos espaços públicos, levantando poeira e rejeitos urbanos do solo. Neste caso, a presença complementar da vegetação poderá auxiliar no controle.

Para as regiões que possuem clima quente-úmido, a orientação do assentamento deve favorecer a direção e a velocidade dos ventos dominantes (ROMERO, 1988). Tramas orientadas na direção dos ventos dominantes permitem mais a sua penetração, aumentando as perdas térmicas por convecção, o que é favorável ao conforto (OLIVEIRA, 1993).

Para o caso de climas compostos, apresentando um período quente-úmido e outro período seco, deve-se ponderar a importância relativa dos períodos, isto é, a radicalidade da sua ocorrência e permanência no tempo e optar pela solução que beneficie a estrutura urbana pela maior parte do tempo anual possível.

No Caso de Teresina, os ventos são fracos com velocidade média em torno de 1,68m/s e em virtude disso, são considerados brisas (Figura 29).

Os ventos dominantes que sopram na capital do Piauí, conforme o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET são de origem Sudeste. Estes sopram predominantemente nos horários diurnos (Quadro 28).

A direção Sudeste seria, pois a direção mais adequada para se fazer à orientação

da trama urbana da cidade, considerando os preceitos acerca do bioclimatismo urbano para climas quentes, tanto úmidos como secos.

Local: **Teresina / PI** Período: **Janeiro a Dezembro de 1997**

Direção	Hora da leitura						Total	
	08:00		18:00		00:00		Número entradas	%
	Número entradas	%	Número entradas	%	Número entradas	%		
<b>N</b>	40	11,6	28	8,1	73	38,0	<b>141</b>	<b>16,0</b>
<b>S</b>	7	2,0	37	10,7	21	10,9	<b>65</b>	<b>7,4</b>
<b>E</b>	94	27,2	83	23,9	29	15,1	<b>206</b>	<b>23,3</b>
<b>W</b>	7	2,0	8	2,3	7	3,6	<b>22</b>	<b>2,5</b>
<b>NE</b>	43	12,5	33	9,5	18	9,4	<b>94</b>	<b>10,6</b>
<b>NW</b>	9	2,6	4	1,2	10	5,2	<b>23</b>	<b>2,6</b>
<b>SE</b>	141	40,9	147	42,4	20	10,4	<b>308</b>	<b>34,8</b>
<b>SW</b>	4	1,2	7	2,0	14	7,3	<b>25</b>	<b>2,8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>345</b>	<b>100,0</b>	<b>347</b>	<b>100,0</b>	<b>192</b>	<b>100,0</b>	<b>884</b>	<b>100,0</b>

Quadro 28 – Direção dos ventos referentes ao ano de 1997

Fonte: Adaptado dos dados do INMET

 SE - Direção dominante do vento em Teresina/PI, principalmente nos horários diurnos, conforme o número de entradas.

No caso do Residencial Hebert de Sousa, este comunga das mesmas características que possui Teresina quanto à velocidade do vento.

Quanto ao seu tecido, este não está sujeito ao efeito da canalização e afunilamento já que a característica de suas edificações de apenas um pavimento não favorece o aparecimento do efeito.

Quanto à orientação, sua trama também não está orientada à direção Sudeste, fato que favoreceria o conforto.

#### 5.1.15 Porosidade-continuidade da trama

A trama urbana pode ser contínua ou apresentar descontinuidades. Essas poderão afetar uma parte maior ou menor da área urbana em questão, dependendo da qualificação inicial do tipo de trama interrompida.

O Residencial Hebert de Sousa possui uma trama contínua, com edificações térreas, em lotes pequenos e regulares. Esta situação não é ideal à ventilação. Os espaçamentos entre as edificações são pequenos dificultando a penetração dos ventos. Lotes maiores, com maiores recuos proporcionariam maior conforto.

### **5.1.16 Pisos/tetos-permeabilidade**

A cidade é mais seca do que seu entorno. Quanto mais impermeável à água é o solo, menores as infiltrações e, conseqüentemente, menor a evaporação. Solos naturais compactados tornam-se também impermeáveis. Os solos pavimentados recolhem as águas pluviais dos telhados, calhas e tubulações e as conduzem para fora da área urbana em direção a rios e águas distantes e quanto menor a evaporação, menor a possibilidade de a estrutura urbana perder calor, o que favorece o aumento das temperaturas urbanas. Solos recobertos com vegetação permitem maior captação e evaporação das águas. Desta forma pequenas lagoas de captação e infiltração de águas pluviais já são utilizadas em cidades alemãs e canadenses como parte do paisagismo urbano. A utilização de tetos-jardins também aumenta a captação e evaporação das águas dentro da própria estrutura urbana (OLIVEIRA, 1993).

Formado por lotes pequenos com tamanho médio de 160m<sup>2</sup>, o Residencial Hebert de Sousa possui uma grande área impermeabilizada. Isto por que as casas que, em um primeiro momento são erguidas conforme a planta fornecida pela Prefeitura e cuja área é igual a 24,83m<sup>2</sup> vão sendo aos poucos ampliadas, ocupando quase que a totalidade da área disponível do lote, chegando a alguns casos a ocupar quase todo o lote (Figura 42).

Este aumento na área construída colabora para a impermeabilização quase que total do sítio, deixando pouco espaço à infiltração das águas e a evaporação.

Para o cálculo da taxa de permeabilidade do Residencial Hebert de Sousa considerou-se a área das quadras e a área das vias públicas como área não permeável já que estas ou receberam ou receberão pavimentação poliédrica ou asfáltica. Adotou-se esta medida na determinação das áreas impermeáveis já que a pavimentação, principalmente a poliédrica vem sendo sistematicamente implantada na cidade pela Prefeitura. Desta forma, as áreas impermeáveis dos conjuntos habitacionais da cidade, e entre eles está o conjunto Residencial Hebert de Sousa, estão sofrendo constante redução já que é meta do município a pavimentação de todas as vias públicas.

Para cálculo da área impermeável nos lotes consideraram-se os afastamentos impostos pelo zoneamento como área permeável ficando o restante, a área passível de construção, como área impermeabilizada. Conforme esse critério constatou-se que a área permeável do conjunto é pequena ficando em torno de 20% da área total<sup>15</sup>.

### **5.1.17 Áreas verdes**

---

<sup>15</sup> Memória de cálculo nos anexos.

A função das áreas verdes dentro da estrutura urbana, sob o ponto de vista bioclimático, pode ser o de auxiliar no controle das temperaturas urbanas; incrementar a umidade do ar nos microclimas urbanos; redirecionar os ventos; distribuir o brilho energético; criar zonas de conforto e captar a poluição aérea (OLIVEIRA, 1993).

Se observarmos a história do urbanismo brasileiro, a ausência do verde acompanhou os traçados urbanos desde a época do Brasil colônia até final do século XIX quando apareceram o passeio e a arborização. Conforme Reis (2004, p.152), a monotonia das ruas nas cidades coloniais brasileiras era acentuada pela ausência do verde. Só no final do século XIX é que

[...] as ruas passavam a contar com arborização, iluminação e passeios para pedestres, as cidades com alguns jardins, mas os traçados urbanísticos conservavam o mesmo caráter elementar, tanto para o esquema viário, como para o parcelamento do solo [...].

Este tipo de traçado tradicional do urbanismo português que acompanhou toda a história do Brasil até meados do século XIX, contribuiu para a ausência de espaços verdes, tanto públicos como privados. A implantação da edificação em lotes estreitos e alongados não permitia a implantação do jardim.

Essa situação sofreria mudanças apenas com a alteração de implantação da edificação no lote, o que ocorreu no final do século XIX e início do XX com o isolamento da residência no centro deste. Isso permitiu o aparecimento das primeiras casas com jardins na frente, principalmente nos bairros mais abastados onde os lotes eram agora maiores, que além de permitir uma implantação da edificação totalmente distinta da época colonial, permitiu o aparecimento dos jardins dentro do lote, fazendo a ligação entre o meio interno ou privado e externo, formado por ruas e passeios (REIS, 2004).

Mesmo em tempos atuais, onde as mudanças urbanísticas permitem o resguardo do verde, o processo de urbanização sempre implicará na diminuição da cobertura vegetal natural do solo. O traçado urbano é responsável por isso. Na implantação de cidades ou bairros, o homem precisa efetuar o desmatamento a fim de que este permita a construção de vias e edificações. No entanto Mota (2003, p.46) coloca que

[...] se as principais características ambientais forem consideradas através da utilização ordenada do solo, os efeitos sobre o meio ambiente

serão minimizados e as conseqüências benéficas da vegetação poderão ser aproveitadas em favor do homem e de outros seres vivos.

A implantação do Residencial Hebert de Sousa foi feita a partir do desmatamento total da área. Com a implantação do conjunto a área verde ficou reduzida à área mínima exigida pela legislação<sup>16</sup> e a ser implantada durante o processo de implantação do conjunto.

De acordo com Mota (2003), o desmatamento é responsável por alterações climáticas considerando que a vegetação desempenha papel importante na regularização da temperatura e da umidade, além de contribuir no processo de ventilação. As áreas verdes conforme Lamas (2000) “desempenham funções precisas, são elementos de composição e do desenho urbano; servem para organizar, definir e conter espaços”, além de exercerem fundamental importância no controle do clima e na qualidade dos espaços urbanos.

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS) é recomendável um mínimo de 12m<sup>2</sup> de área verde por habitante para garantir a saúde humana. (Vidal, 1995). Conforme Sales (2003), em 2002 em decorrência do aniversário de 150 anos da cidade divulgou-se que o índice de área verde em Teresina era de 13,00m<sup>2</sup>/hab, atingindo assim o recomendável pela OMS, mas abaixo do índice de outras cidades como João Pessoa na Paraíba que possui um índice de 39,00m<sup>2</sup>/hab.

Em Teresina os maiores percentuais de área verde, tanto as de uso público como às referentes aos quintais estão concentrados nos bairros de alta renda. Nos bairros de baixa renda, situados na periferia da cidade e onde se concentra a população mais carente, estes percentuais são bastante reduzidos. Nos conjuntos habitacionais de baixa renda, a contribuição dos quintais é em torno de 10%, metade da encontrada para a cidade que é de 20% e bem abaixo da dos bairros de classes média e alta, onde a taxa chega a ser superior a 50% (Sales, 2003).

Este percentual de 10% de área verde dos quintais dos bairros de baixa renda está em constante redução. Pode-se atribuir a isto o tamanho resumido dos lotes, que possuem em média 160m<sup>2</sup> (8,00m x 20,00m) e são constantemente diminuídos em função da ampliação dos imóveis, pequenos para abrigar as famílias que na maioria dos casos, são numerosas.

O percentual em planta destinado as áreas verdes no conjunto Residencial Hebert

---

<sup>16</sup> Conforme a lei municipal Nº 2.642 de 07 de abril de 1998 a qual dispõe sobre o parcelamento do solo urbano do município de Teresina e dá outras providências, em seu capítulo X reza que para os loteamentos de interesse social, da área total objeto do plano de arruamento ou de loteamento serão destinados, no mínimo dez por cento (10%) para as áreas verdes.

de Sousa (Quadro 29) o classifica como possuidor de uma situação considerada ótima, (OLIVEIRA, 1993, Quadro 19).

O valor corresponde a 27.049,31 m<sup>2</sup> da área do conjunto, representando 13,55% da área total do loteamento e conferindo a cada habitante 24,95m<sup>2</sup>/hab.

Nome do conjunto	População (un)	Área verde (m <sup>2</sup> )	Área verde/Habitante
Residencial Betinho	1.084	27.049,31	24,95

Quadro 29 – Relação população/área verde por habitante

Fonte: Teresina - Secretaria de Planejamento

O que se observa in loco, porém, é que as áreas públicas destinadas a serem “verdes”, ainda não foram trabalhadas (Figura 48); as áreas verdes particulares (jardins e quintais) não são comuns no conjunto e os passeios não possuem arborização. São estreitos, ficando em torno de 1,50m de largura, espaço que desestimula o plantio de vegetação para o sombreamento (Figura 49).



Figura 48 – Local destinado à área verde no Residencial Hebert de Sousa ainda sem vegetação.

Fonte: a autora.



Figura 49 – Avenida principal do Residencial Hebert de Sousa. Passeios estreitos sem arborização.

### **PONTUAÇÃO FINAL DOS ATRIBUTOS CONFORME OLIVEIRA (1993)**

O resultado final da análise é dividido em duas partes. Na primeira (Quadro 30) se analisa o sítio segundo os cinco atributos bioclimatizantes relacionados ao relevo e solo. O resultado é a média das pontuações conseguidas por cada atributo.

<b>Atributos bioclimatizantes</b>	<b>Pontuação/QU</b>
Relevo - declividade	5
Relevo – orientação	2
Relevo – conformação geométrica	3
Relevo – altura relativa	3
Solo – natureza	1

Quadro 30 – Pontuação dos atributos relacionados à forma urbana considerando o sítio

Fonte: a autora

O resultado desta primeira etapa, igual a **2,8** classifica o sítio entre os conceitos de Ruim (2) e Regular (três).

Na segunda etapa é analisada a forma urbana em si e são considerados 12 atributos que pontuaram conforme o clima da região. A pontuação destes atributos está no Quadro 31.

Atributos bioclimatizantes	Pontuação
1 - Formato – horizontalidade (Pfh)	3
2 - Formato – verticalidade (Pfv)	5
3 - Formato densidade/ocupação do solo (Pfd)	5
4 - Formato – orientação ao sol (Pfos)	5
5 - Rugosidade-diversidade de alturas (Prdh)	1
6 - Rugosidade – fragmentação (Prf)	1
7 - Rugosidade – diferencial de alturas (Prda)	-
8 - Porosidade – tipo de trama (Ppt)	5
9 - Porosidade – orientação aos ventos (Ppov)	5
10 - Porosidade – continuidade da trama (Ppct)	5
11 - Pisos/tetos – permeabilidade (Pptp)	3
12 - Vegetação – áreas verdes (Pvav)	4

Quadro 31 – Pontuação dos atributos relacionados à forma urbana considerando o ambiente construído

Fonte: a autora

O cálculo é feito conforme a fórmula 4 da metodologia e encontra-se nos anexos.

Conforme estes valores, o conjunto alcança uma pontuação final de **3,5** o que o classifica entre os conceitos de REGULAR (3) e BOM (4), resultado que permite pensar em um **redesenho**.

Este resultado, vindo da análise de um conjunto habitacional “uniforme” e ainda em formação, não é fiel a real condição bioclimática do assentamento.

Poderíamos justificar essa afirmação colocando que a metodologia de Oliveira (1993) que nos levou a concluir que o conjunto Hebert de Sousa possui condições bioclimáticas classificadas dentro do intervalo considerado de regular a bom, não esclarece questões essenciais à fiel análise do desenho.

A primeira questão que poderíamos levantar é sobre o significado dos conceitos PÉSSIMO, RUIM, REGULAR, BOM e ÓTIMO, colocados por Oliveira (1993) para definir o estado bioclimático do desenho urbano analisado e decidir se este precisa ou não ser repensado, uma vez que o autor não define os termos.

Outra questão pode ser levantada quanto às áreas verdes existentes no conjunto, já que para a análise bioclimática, no que se refere às áreas verdes, usou-se, conforme recomendado pelo autor, o valor destinado em projeto de “áreas verde” para efeito de cálculo.

Considerando desta forma, o valor de áreas verdes encontrado no Residencial Hebert de Sousa satisfaz à análise bioclimática, colocando o conjunto como portador de um número satisfatório de área verde por habitante. No entanto, em visita ao conjunto, foi percebido que estas áreas, em verdade, não podem ainda ser consideradas “áreas verdes”, já

que hoje estes espaços são meros vazios, sem qualquer tratamento urbanístico, possuindo, em muitos casos, a função de depósitos de lixo.

Outra questão que se levanta é quanto o atributo “formato verticalidade”. Apesar do Residencial Hebert de Sousa ser um conjunto com lotes pequenos e estreitos, pensado para abrigar edificações de um único pavimento; o que se percebe, observando outros conjuntos habitacionais com características semelhantes é que, com o tempo, há uma mudança na paisagem no que se refere à verticalidade com a presença de edificações de mais pavimentos.

As questões acima levantadas são observações colocadas para que se perceba a complexidade que é a análise de um aglomerado urbano. Lembremos, no entanto que é a partir destas análises que se avança no caminho do conhecimento.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Na busca por um desenho urbano bioclimaticamente sustentável, estratégias de projeto podem ser implementadas com o objetivo de minorar os aspectos “negativos” que o meio natural exerce sobre o ambiente construído causando desconforto.

Conforme Brown & DeKay (2004) as estratégias de projeto para um grupo de edificações são as mais negligenciadas por arquitetos e urbanistas apesar de serem fundamentais no projeto passivo por controlarem efeitos indesejáveis de insolação, iluminação e ventilação. Estas estratégias deveriam ser observadas sempre que o projeto de mais de uma edificação em um mesmo sítio fosse proposto, assim como no planejamento de bairros ou no estabelecimento de diretrizes nos projetos de desenho urbano. Mesmo ao se projetar um só edifício, há de se considerar que este manterá relações particulares com o clima, com a rua, com as edificações vizinhas e interferirá tanto na paisagem como no microclima local.

Esta preocupação com o meio natural aumenta quando entendemos que as peculiaridades de cada região pedem soluções particulares, levando o projetista ou planejador urbano a ter conhecimento acerca das condições físicas e ambientais do sítio em que irá trabalhar.

Considerando o clima e a localização geográfica da cidade de Teresina é interessante salientar recomendações que o projetista e/ou planejador urbano devem considerar no processo decisório acerca das escolhas a serem feitas para o projeto de conjuntos habitacionais quando o conforto, a economia e a sustentabilidade ambiental são prerrogativas consideradas.

Baseando-se na análise bioclimática do desenho urbano do Residencial Hebert de Sousa, procurou-se estabelecer diretrizes de projeto com o objetivo de auxiliar na escolha do sítio e da forma urbana quando da projeção de conjuntos habitacionais de baixa renda na cidade de Teresina. Não se pretende ditar normas ou criar regras e sim, a partir deste trabalho aonde se chegou a algumas conclusões, incentivar estudos outros que possam tanto corroborar como complementar o estudo aqui iniciado. Abaixo são apresentadas as diretrizes.

#### **1 – Quanto ao sítio**

A escolha de sítios localizados em terrenos côncavos como fundos de vales, com inclinações inadequadas à drenagem ou com orientação outra senão a voltada para o norte deve ser evitada. Embora a cidade possua uma latitude pequena e em consequência disto os dias de inverno não diferem muito dos dias de verão, deve-se buscar a menor exposição do sítio à radiação solar que é mais intensa no período do verão quando o sol, em razão de sua posição, faz com que os dias sejam mais quentes e longos. Desta forma, sítios com orientação norte do relevo, que colocam o partido urbanístico “de costas” para o sol de inverno proporcionarão mais conforto no período mais quente do ano na cidade que é o não chuvoso.

## **2 – Quanto à forma**

### **2.1 - Ruas mais arejadas e orientadas conforme os ventos dominantes**

Em climas quentes, especialmente os úmidos, uma boa ventilação diminui o excesso de calor das ruas e espaços abertos, assim como promove a circulação e renovação do ar nas edificações.

A orientação das ruas de acordo com os ventos dominantes otimiza a ventilação destes espaços além de ser um recurso potencial de esfriamento das edificações através da ventilação cruzada. Esta estratégia é uma alternativa importante de esfriamento durante todo o ciclo diário nos climas quente-úmidos e no período noturno nos climas quente-secos.

Em Teresina, para se conseguir ruas mais arejadas, deve-se orientar as vias no sentido do vento dominante, no caso a direção Sudeste.

Considerando que os ventos em Teresina possuem pouca velocidade, o problema que se poderia ter como em regiões onde os ventos são fortes e as ruas contribuem para aumentar a velocidade destes através do efeito da canalização e do afunilamento não existe. Nossos ventos são considerados brisas, possuindo uma velocidade média anual em torno de 1,68m/s.

### **2.1 - Forma mais dispersa do tecido urbano**

A orientação e o traçado têm efeito significativo sobre o microclima que se forma em torno das edificações bem como sobre a insolação e a ventilação. Para as regiões de clima quente-úmido é interessante que se projetem ruas e passeios largos que permitam ser sombreados.

Os lotes, ao contrário do modelo adotado pelos partidos urbanísticos dos

conjuntos habitacionais populares em Teresina, devem ser mais largos que compridos. Isto proporcionará maior flexibilidade de locação do imóvel dentro do terreno que não precisam estar alinhados, permitindo maior circulação do ar. Estas características de lotes com testada estreita e grande profundidade, herança do urbanismo português implantado no Brasil no período colonial, não satisfaz as necessidades climáticas de regiões quentes como o nordeste brasileiro. Ao contrário da Europa, precisamos que o vento circule em torno e sobre nossas edificações já que nosso desafio é vencer o calor e não o frio.

## **2.2 - Integração entre Áreas Verdes e Edificadas**

A temperatura em áreas construídas é superior em vários graus à das áreas rurais periféricas (OLIVEIRA, 1993). Isto devido a fatores como a queima de combustíveis dos automóveis, a maior absorção e armazenamento da radiação solar pelas edificações, ao menor resfriamento por radiação em consequência do grande recobrimento do solo com pavimentos e a redução da velocidade dos ventos devido ao atrito deste com as superfícies urbanas.

As áreas arborizadas podem apresentar temperaturas de 6° a 8°C menores do que às de áreas construídas devido à combinação da evapotranspiração, reflexão, sombreamento e armazenamento de ar frio (BROWN e DEKAY, 2004). O plantio de espécies vegetais que permita o sombreamento em passeios proporciona aos pedestres maior conforto ocasionado tanto sombreamento como pela evapotranspiração.

Tanto em climas quente-secos como em climas quente-úmidos, o efeito refrescante da vegetação é significativo. Nos climas quentes secos, esse efeito é mais proporcionado pela evapotranspiração e nos climas quentes úmidos, pelo sombreamento.

Outro fator interessante do sombreamento é a quantidade total de energia que este permite economizar. Conforme Brown e Dekay (2004), este valor fica em torno de 15 a 35% com o resfriamento obtido a partir do uso de árvores. Em todos os climas, os efeitos da evapotranspiração e do sombreamento reduzem o gasto de energia na ordem de 17 a 57% quando aumenta 25% da cobertura arbórea.

O sombreamento nos climas quentes e úmidos deve ser feito ao lado do poente de forma a favorecer a permanência em locais abertos ou mesmo o percurso dos pedestres pelas vias. Esta recomendação pode ser adotada no Residencial Hebert de Sousa.

## **2.3 - Legislação urbana em consonância com as diretrizes**

Propõe-se que algumas modificações sejam feitas na Legislação Urbana de

Teresina – Lei de Ocupação do solo - especificamente no capítulo III destinado às habitações de interesse social, com o objetivo de se buscar o conforto e a sustentabilidade.

Sugere-se:

- 1 – Que na edificação de habitações geminadas, estas possuam soluções arquitetônicas que permita a ventilação, a aeração e a iluminação das edificações;
- 2 – A não permissão de uma taxa de ocupação 10% superior para as habitações de interesse social. Esta medida também ocasiona a redução da iluminação e ventilação; estimula o aumento da área pavimentada do imóvel, diminui a área verde, penalizando o conforto e o meio ambiente;
- 3 - Os recuos especificados para o zoneamento ZR1 onde se encontram todos os assentamentos de interesse social da cidade devem ser revistos, uma vez que a permissão para se construir sobre um dos limites do lotes também penaliza a luminosidade, a ventilação e a salubridade das habitações além de incentivar a construção de casas com empenas comuns ou coladas, o que é desaconselhado nos climas quentes.

Apesar das barreiras econômicas, primeiro ponto a ser levantado quando se discute medidas que em um primeiro momento exigem maior volume de capital para implementação, é preciso perceber que tanto a qualidade de vida do homem como a preservação do meio ambiente são questões que não podem ocupar o segundo lugar na lista das prioridades quando se pensa em planejamento urbano.

Exemplos de assentamentos que pensam tanto no homem como no meio ambiente não são comuns, mas são reais. Porém, em muitos casos é a barreira econômica o fator inibidor para a realização destes projetos.

Soluções que buscam o conforto e preservam o meio ambiente precisam ser discutidas e consideradas. Há que se ponderar sobre o custo ambiental e a qualidade de vida humana quando se coloca a questão econômica como fator preponderante.

## REFERÊNCIAS

- ATLAS do Piauí/Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.
- BALDAM, R. L.; COSTA. L. **AutoCAD 2004: Utilizando Totalmente**. São Paulo: Érica, 2003.
- BARRETO, P. T.; **O Piauí e sua Arquitetura**, Revista número 2 do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, 1938.
- BARONE, C. Ambigüidades e Deficiências do Conceito de Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, n.32, p. 14-24, Abr/Jun.1992.
- BASTOS, E.A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S de. **Dados Agrometeorológicos para o município de Teresina/PI (1980/1999)**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2000. (EMBRAPA Meio-Norte, Documentos, 47).
- BASTOS, F. **Parcelamento do solo urbano. Dicas Instituto Polis, Idéias para a Ação Municipal**. Instituto Polis. São Paulo, n. 181, 2001. Disponível em: <http://www.polis.org.br>. Acesso em: 26/07/2005.
- BENÉVOLO, L. **História da Cidade**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2003.
- BROWN, G.Z; DEKAY, M. **Sol, Vento, Luz: Estratégias para o Projeto de Arquitetura**. 2. ed. Porto Alegre: Bookmam, 2004.
- BRÜSEKE, F. J. O Problema do Desenvolvimento Sustentável. In: CAVALCANTI, C. de V (org). **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma Sociedade Sustentável**. 4. ed. Recife: Fundação Joaquim Nabuco/Cortez Editora, 2003. Cap. 2, p. 29-40.
- BUCAR, N. CARTÓRIO. **Registro de Imóveis**. Teresina: 1997.
- CASTELO BRANCO, A.E. **O desenho urbano e sua relação com o microclima: um estudo comparativo entre duas áreas centrais em Teresina - PI**. 2001. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) - Universidade Federal do Pernambuco, Recife.
- CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE ASENTAMENTOS HUMANOS - CYMBALISTA, R. **Estatuto da Cidade. Dicas Instituto Polis, Idéias para a Ação Municipal**. Instituto Polis. São Paulo, n. 181, 2001. Disponível em: <http://www.polis.org.br>. Acesso em: 26/07/2005.
- DANTAS, A. C. M. **Cidades Coloniais Americanas**. 2004. Disponível em: Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp292.asp>. Acesso em 01/12/2004
- DEL RIO, V. **Introdução ao Desenho Urbano no Processo de Planejamento**. São Paulo: Pini, 1990.

- FAÇANHA, A. C. **A Evolução Urbana de Teresina: Agentes, Processos e Formas Espaciais da Cidade**. 1998. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1998.
- FREITAS, C. **História de Teresina**. Teresina: Fundação Cultural Monsenhor Chaves, 1988.
- FUNDAÇÃO CEPRO. **Piauí: Caracterização do Quadro Natural**. Teresina: Fundação CEPRO, 1996.
- GOMES, J. A. G. **Teresina Ontem e Hoje**. Teresina, Fundação Cultural Monsenhor Chaves, 1992.
- GONSALES, HC. H. C. **Cidade Moderna sobre Cidade Tradicional: movimento e expansão** – parte 2. 2005. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arc000/esp292.asp>>. Acesso em 08/07/2005.
- GUIMARÃES, P. P. **Configuração urbana: evolução, avaliação, planejamento e urbanização**. São Paulo: Prolivros, 2004.
- HABITAT II – Segunda Conferência Mundial das Nações Unidas sobre os Assentamentos Humanos: Relatório Nacional Brasileiro. República Federativa do Brasil, 1996.
- HOUGH, M. **Naturaleza y Ciudad: Planificación Urbana y Procesos Ecológicos**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili SA, 1998.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em 20/02/2004.
- LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e Desenho da Cidade**. 2.ed. Lisboa: Fergráfica – artes gráficas, AS, 2000.
- LIMA, I. M. M. F. (coord.) et al. **O meio ambiente urbano: diagnóstico** in: Plano estratégico de Teresina: “A cidade que queremos em 2015”. Teresina, 2002. Não publicado.
- LINSLEY, R. K.JR; KOHLER, M. A; PAULHUS, J. **Applied Hydrology**. New Delhi: T M H Edition, 1975.
- MASCARÓ, J. L. **Loteamentos Urbanos**. Porto Alegre: Editor L. Mascaró, 2003.
- MARCONDES, M. J. de A. **Cidade e natureza: proteção dos mananciais e exclusão social**. São Paulo: Fapesp, 1999.
- MCCORMICK, J. **Rumo ao Paraíso – A História do Movimento Ambientalista**. Rio de Janeiro: Relume - Dumará, 1992.
- MCHARG, I. L. **Proyectar com la Naturaleza**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili SA, 2000.

- MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. 3.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 356p.
- MUMFORD, L. **A Cidade na História: suas origens, transformações e perspectivas**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- NOSSO FUTURO COMUM** - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora de Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- OLIVEIRA, P. M. P. de. **Cidade apropriada ao clima – A Forma Urbana como Instrumento de Controle do Clima Urbano**. 1985. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Universidade de Brasília, Brasília.
- \_\_\_\_\_. **Metodologia do Desenho Urbano considerando os Atributos Bioclimatizantes da Forme Urbana**. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 1992, Florianópolis. Anais... Florianópolis: POLI, 1993. p. 1001-1013.
- PIAUI: Caracterização do Quadro Natural**. Teresina: Fundação CEPRO, 1996.
- POLIÃO, M. V. **Vitrúvio - Da Arquitetura**. São Paulo: Hucitec, 1999.
- REIS, N. G. F. **Quadro da Arquitetura no Brasil**. São Paulo: Perspectiva, 2004.
- ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: Projeto, 1988.
- \_\_\_\_\_. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.
- SACHS, I. **Estratégias de Transição para o século XXI**. In: BURSZTYN, M. (org). **Para pensar o Desenvolvimento Sustentável**. 2. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993. p. 29-56.
- SALES, M. S. T. M. **Educação Ambiental: A preservação do verde na zona urbana de Teresina-PI**. 2003. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- SANTANA, M. W. **Programa Moradia Digna e Segura em Teresina**. In: FARAH, M. F. S; BARBOSA, H. B. 20 Experiências. São Paulo: 2001. Disponível em <http://inovando.fgvsp.br/conteúdo/documentos/20experiencias2000/14%20-%20moradia20digna.pdf>. Acesso em: 20/02/2004.
- SANTOS, P. F. **Formação de cidades no Brasil Colonial**. Rio de Janeiro: Editora Ufrj, 2001.
- SILVEIRA, A. L. L. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI. C. E. M. (org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 2001. cap. 2, p. 35-51.

SILVEIRA, A. L. C. da. **Diretrizes de Projeto para Construção de Prédios Escolares em Teresina/PI**. 1999. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília.

SIQUEIRA, T.V. de. Desenvolvimento Sustentável: Antecedentes Históricos e Propostas para a Agenda 21. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 15, p. 247-288, Jun. 2001.

SOUZA, L. A. Estatuto da Cidade – Perigos e Oportunidades. **NUTAU 2002**. Disponível em: <http://www.infohab.org.br> . Acesso em : 13/07/2005.

TERESINA. PREFEITURA. **Censo das Vilas e Favelas de Teresina/99**. Teresina: Alínea Publicações Editora, 2000.

TERESINA. PREFEITURA. **Legislação Urbana de Teresina**. Teresina: 1993.

TERESINA. PREFEITURA. **Teresina – Aspectos e Características**. Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina, 1993.

TERESINA. PREFEITURA. **Moradia**. Teresina: Secretaria Municipal de Habitação e Urbanismo, 1998.

TERESINA. PREFEITURA. **Teresina em Dados**. Disponível em [www.teresina.pi.gov.br](http://www.teresina.pi.gov.br). Acesso em 03/05/2006.

VIDAL, R. D. de M. **Influência da morfologia urbana nas alterações da temperatura do ar na cidade do Natal**. 1991. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Universidade de Brasília, Brasília.

## ANEXO A

### ROTINA PARA GERAR MALHAS SOBRE CURVAS DE NÍVEL CONFORME BALDAM e COSTA, (2003)

```
; Arquivo: MALHA.LSP
;-----
; Rotina para gerar uma malha, simulando a topografia de um terreno,
; a partir das curvas de nível.
;-----
;
; Setagens iniciais
;
(setq colorold (getvar "cecolor"))
(setq layerold (getvar "clayer"))
(setq apertold (getvar "aperture"))
;
; Entrada dos dados
;
(command "_ aperture" "3")
(setq W (getdist "\nEntre com largura de cada unidade da malha: "))
(setq p1 (getpoint "\nPick o ponto inferior esquerdo de início da malha: "))
(setq p3 (getpoint "\nPick o ponto superior direito da malha: "))
(setq p2 (list (car P1) (cadr P3)))
(setq p4 (list (car P3) (cadr P1)))
(setq dx (distance p1 p4))
(setq dy (distance p1 p2))
(setq nx (fix (/ dx w)))
(setq ny (fix (/ dy w)))
(command "_ layer" "_n" "MALHA" "_s" "MALHA" "")
(command "_pline" p1 p2 p3 p4 "c")
(command "_osnap" "_nea")
(command "_ aperture" "50")
;
; Desenha linhas em X
;
(setq x1 0)
(setq y1 0)
(setq pt p1)
(while (< x1 nx)
  (setq px pt)
  (setq px (list (+ (car px) w) (cadr px)))
  (setq px1 px)
  (setq pt (list (+ (car pt) w) (cadr pt)))
  (setq x1 (+ x1 1))
  (setq y1 0)
  (while (< y1 ny)
    (setq temp px1)
    (setq px1 (list (car px1) (+ (cadr px1) w)))
    (setq px temp)
    (command "_line" px px1 "")
    (setq y1 (+ y1 1))
  )
)
)
(command "_redraw")
;
; Desenha linhas em Y
;
(command "_ aperture" "50")
(setq x1 0)
```

```

(setq y1 0)
(setq pt p1)
(while (< y1 ny)
  (setq py pt)
  (setq py (list (car py) (+ (cadr py) w) ))
  (setq py1 py)
  (setq pt (list (car pt) (+ (cadr pt) w) ))
  (setq y1 (+ y1 1))
  (setq x1 0)
  (while (< x1 nx)
    (setq temp py1)
    (setq py1(list (+ (car py1) w) (cadr py1)))
    (setq py temp)
    (command "_line" py py1 "")
    (setq x1 (+ x1 1))
  )
)
)
(command "_redraw")
;
; Determina os pontos de recobrimento
;
(command "_aperture" "50")
(command "_color" "2")
(command "_layer" "_n" "MALHA" "_s" "MALHA" "")
(setq malhfile (open (strcat (getvar "DWGPREFIX") "malha.scr") "w"))
(write-line "3dmesh" malhfile)
(write-line (rtos ny 2 0) malhfile)
(write-line (rtos nx 2 0) malhfile)
(setq x1 0)
(setq y1 0)
(setq pt (list (- (car p1) w) (- (cadr p1) w) (caddr p)))
(while (< y1 ny)
  (setq py pt)
  (setq py (list (car py) (+ (cadr py) w) ))
  (setq py1 py)
  (setq pt (list (car pt) (+ (cadr pt) w) ))
  (setq y1 (+ y1 1))
  (setq x1 0)
  (while (< x1 nx)
    (setq temp py1)
    (setq py1(list (+ (car py1) w) (cadr py1)))
    (setq py temp)
    (command "_ID" py1)
    (setq ponto (getvar "lastpoint"))
    (write-line (strcat (rtos (car py1)) "," (rtos (cadr py1)) "," (rtos (caddr ponto))) malhfile)
    (setq x1 (+ x1 1))
  )
)
)
(write-line (strcat "color " colorold) malhfile)
(write-line (strcat "layer s " layerold " ") malhfile)
(write-line (strcat "aperture " (rtos apertold 2 0)) malhfile)
(close malhfile)
(command "_osnap" "")
(setq sset (ssget "x" (list (cons 8 "malha"))))
(command "_erase" sset "")
(command "_script" (strcat (getvar "DWGPREFIX") "malha.scr"))

```

## ANEXO B

### LEI Nº 2.642 de 07 de ABRIL DE 1998.

"Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano do município de Teresina e da outras providencias".

CURVA DE NÍVEL		DIFERENÇA DE ALTITUDE	LARGURA MÉDIA ENTRE CURVAS	DECLIV. MÉDIA ENTRE CURVAS	ÁREA ENTRE CURVAS	DECLIV. MÉDIA x ÁREA ENTRE CURVAS
INICIAL	FINAL	(m) $\Delta I_i$	(m) $W_i$	(%) $\Delta I_i/W_i$	(m <sup>2</sup> ) $a_i$	(m <sup>2</sup> ) $\Delta I_i/W_i \times a_i$
105	104	1,00	16,77	5,96	2.952	17.593,92
104	103	1,00	14,43	6,93	6.895	47.782,35
103	102	1,00	15,75	6,35	4.389	27.870,15
102	101	1,00	14,23	7,03	4.620	32.478,60
101	100	1,00	14,33	6,98	5.140	35.877,20
100	99	1,00	18,93	5,28	8.046	42.482,88
99	98	1,00	53,07	1,88	11.276	21.198,88
98	97	1,00	20,25	4,94	11.271	55.678,74
97	96	1,00	23,20	4,31	11.817	50.931,27
96	95	1,00	21,21	4,71	14.889	70.127,19
95	94	1,00	26,85	3,72	18.195	67.685,40
94	93	1,00	23,51	4,25	17.755	75.458,75
93	92	1,00	15,26	6,55	12.157	79.628,35
92	91	1,00	14,52	6,89	9.799	67.515,11
91	90	1,00	9,90	10,1	7.726	78.032,60
90	89	1,00	17,20	5,81	9.748	56.635,88
89	88	1,00	14,39	6,95	8.524	59.241,80
88	87	1,00	11,81	8,47	6.947	58.841,09
87	86	1,00	10,55	9,48	4.899	46.442,52
86	85	1,00	7,45	13,42	3.544	47.560,48
85	84	1,00	8,17	12,24	2.724	33.341,76
84	83	1,00	5,48	18,25	1.453	26.517,25
83	82	1,00	4,28	23,36	857	20.019,52
82	81	1,00	5,98	16,72	680	11.369,60
81	80	1,00	5,29	18,9	507	9.582,30
<b>TOTAL</b>				-	<b>186.810</b>	<b>1.139.893,59</b>
					$\sum_{i=1}^n \frac{\Delta I_i}{W_i} a_i$	<b>1.139.893,59</b>
<b>(A) - ÁREA DO SÍTIO (m<sup>2</sup>)</b>						<b>186.810</b>
<b>(D) - DECLIVIDADE MÉDIA DO SÍTIO (%)</b>						<b>6,10</b>

## CAPITULO X

### DOS LOTEAMENTO DE INTERESSE SOCIAL

Art. 70 - As prescrições definidas neste capítulo são aplicáveis apenas quando da implantação de loteamentos de Interesse social.

§ 1º - Loteamento de Interesse social são aqueles promovidos por órgãos públicos ou por empresas sobre controle acionário do Poder Público.

§ 2º - Quanto aos criterios tecnicos definidos neste capitulo, na implantação de loteamentos de interesse social aplicam-se, no que couber, às demais disposições desta Lei.

Art. 71 - Os procedimentos de consulta previa e de apresentação de projetos de loteamentos de Interesse social são idênticos aos demais loteamentos.

Art. 72 - Da área total objeto do plano de arruamento ou de loteamento de interesse social, serão destinados, no mínimo:

I - dez por cento (10%) para áreas verdes; e

II - cinco por cento (5%) para áreas de uso institucional.

Art. 73 - As características técnicas, declividade e dimensões exigidas para as vias de circulação em planos de arruamentos e de loteamentos de interesse social são as constantes no anexo 3 desta Lei.

Art. 74 - As quadras de loteamentos de interesse social terão comprimento máximo de duzentos e cinquenta metros (250m).

Art. 75 - Quando da existência de acidentes naturais significativos, poderão ser implantadas vias de circulação de pedestres, com largura mínima de quatro metros (4m).

Art. 76-O lote de interesse social terá testada mínima de sete metros (7m).

Art. 77-O lote de interesse social terá área mínima de cento e sessenta metros quadrado (160m<sup>2</sup>).

Art. 78 - Nenhum lote poderá distar mais de quinhentos metros (500m) de uma via coletora, medidos ao longo do eixo da via que lhe dá acesso.

**CARACTERISTICAS TECNICAS DAS VIAS DE CIRCULAÇÃO**  
**LOTEAMENTOS DE INTERESSE SOCIAL**

CARACTERISTICAS	EXPRESSA	ARTERIAL	TIPO DE VIA		
			COLETORA PRINCIPAL	COLETORA SECUNDÁRIA	LOCAL
Largura minima (m)	48	36	24	18	9
Caixa carroçável minima	(a)	(a)	(a)	14	6
Passeio lateral minimo	3	2	2	2	1-5
Canteiro central minimo	(a)	(a)	(a)	-	-
Declividade máxima	8	8	12	15	18
Declividade minima	I	1	0,5	0,5	0,5

(a) projetos específicos

**APÊNDICE A**  
**MEMÓRIA DE CÁLCULO DA DECLIVIDADE**

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta I_i}{W_i} a_i}{A}$$

Onde:

- D = declividade média do sítio;
- $\Delta I_i$  = diferença de altitude padrão entre duas curvas de nível;
- $W_i$  = largura média entre duas curvas de nível;
- $a_i$  = a área entre as curvas de nível;
- A = área do sítio;
- n = número de intervalos de curva de nível.

## APÊNDICE B

### MEMÓRIA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO, PISOS/TETOS-PERMEABILIDADE E PONTUAÇÃO FINAL.

#### . Cálculo do índice de Rugosidade-fragmentação (Prf) – Fórmula 01

$$if = \frac{Q \times T}{A : 10} \longrightarrow 465 / 199.611,00 : 10 = 0,023$$

Onde:

- QT = quantidade total de unidades de área encontrada (uma unidade = edificação)
- A = área urbana total (ou parcela em análise) em m<sup>2</sup>
- 10 = constante, unidade de área arquitetônica construída em m<sup>2</sup>

#### . Cálculo do índice de Rugosidade-diferencial de alturas (Prda) – Fórmula 02

$$ir = \frac{\sum h_n}{A}$$

Onde:

- ir = índice de repetição
- hn = áreas de mesma altura n
- A = área urbana total analisada

$$ir = \frac{\sum h_n}{A} = 55168,82 / 199.611,00 = 0,28$$

Onde:

- . Área edificada adotada por unidade habitacional = 107,25m<sup>2</sup> (considerando a área útil que pode ser disponibilizada para ampliação do imóvel conforme legislação urbana)
- . Número de unidades habitacionais = 465 unidades
- . Área total edificada das unidades habitacionais = 49.871,25m<sup>2</sup>
- . 50% da área institucional = 5.297,57m<sup>2</sup>
- . Área total edificada = unid. habitacionais + 50% da área institucional
- . Área total edificada = 55.168,82m<sup>2</sup>
- . Área urbana total = 199.611,00m<sup>2</sup>.

#### . Cálculo do índice pisos/tetos-permeabilidade

. Área impermeável (A<sub>imp</sub>) = vias + 50% da área institucional + área edificada unid. habitacionais

. A<sub>imp</sub> = 61.129,67 + 5.297,57 + 49.871,25 = 116.298,49m<sup>2</sup> valor que corresponde a **58,26%** da área total do sítio.

## PONTUAÇÃO FINAL DA FORMA URBANA

### . Pontuação da Rugosidade ( $P_R$ )

Expressa pela média aritmética das pontuações parciais das Rugosidades

- . Rugosidade-diversidade de alturas ( $P_{rdh}$ );
- . Rugosidade – fragmentação ( $P_{rf}$ );
- . Rugosidade – diversidade de alturas ( $P_{rda}$ ).

$$P_R = \frac{P_{rdh} + P_{rf} + P_{rda}}{3} = \frac{1+1+0}{3} = 0,67 \rightarrow P_R = 1$$

### . Pontuação da Porosidade ( $P_P$ ) - Fórmula 03

Expressa pela média aritmética das pontuações parciais das Porosidades

- . Porosidade – tipo de trama ( $P_{ptt}$ )
- . Porosidade – orientação aos ventos ( $P_{pov}$ );
- . Porosidade – continuidade da trama ( $P_{pct}$ ).

$$P_P = \frac{P_{ptt} + P_{pov} + P_{pct}}{3} = \frac{5 + 5 + 5}{3} = 5$$

### . Pontuação final da forma urbana:

Pontuação da forma urbana da segunda etapa de análise que diz respeito à forma urbana em si.

$$P_{FU} = \left( \frac{(P_{fh} + P_{fv} + P_{fdo} + P_{fos})}{4} + P_R + P_P + P_{ptp} + P_{vav} \right) : 5 \quad \text{- Fórmula 04}$$

$$P_{FU} = \left( \frac{(3 + 5 + 5 + 5)}{4} + 1 + 5 + 3 + 4 \right) : 5 = 3,5$$

Onde:

- $P_{fh}$  = Pontuação do formato – horizontalidade = 3
- $P_{fv}$  = Pontuação do formato – verticalidade = 5
- $P_{fdo}$  = Pontuação do formato densidade/ocupação do solo = 5
- $P_{fos}$  = Pontuação orientação ao sol = 5
- $P_R$  = Pontuação da rugosidade = 1
- $P_P$  = Pontuação da porosidade = 5
- $P_{ptp}$  = Pontuação pisos/tetos – permeabilidade = 3
- $P_{vav}$  = Pontuação da vegetação/áreas verdes = 4

**RESULTADO FINAL PONTUADO = 3,5**