

A CLIMATOLOGIA APLICADA AO PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL DE AQUIRAZ/CE-BR

Lima, Lorena Cavalcante¹
Zanella, Maria Elisa²

Resumo

O clima é considerado como um dos elementos naturais de primeira ordem na composição da paisagem geográfica, portanto, esta pesquisa pretende contribuir com o planejamento urbano e ambiental do município de Aquiraz-CE-BR, através da análise da distribuição espacial dos diferentes usos do solo urbano e sua contribuição nas variações termo-higrométricas e sucessivamente as de conforto térmico, sob o nível termodinâmico do Sistema Clima Urbano (MONTEIRO, 1976). As condições climáticas das áreas urbanas, entendidas como clima urbano, derivam da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas, (MENDONÇA, 2003). O planejamento ambiental do território converte-se em “um elemento tanto básico como complementar para a elaboração dos programas de desenvolvimento econômico e social, e para a otimização do plano de uso, manejo e gestão de qualquer unidade territorial” (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007, p. 57). Assim, o clima constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental das cidades.

Palavras-Chaves: Clima Urbano, Planejamento Urbano e Ambiental e Gestão do Território.

¹ Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Ceará – Brasil.

² Prof^a Dr^a da Universidade Federal do Ceará – Brasil. E-mail: lorena_aquiraz@hotmail.com

Introdução

O processo de urbanização tem se intensificado desde o final da Revolução Industrial. No Brasil de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1970, aproximadamente 56% da população brasileira residia em áreas urbanas; em 1991 esse percentual passou para 76%. E as informações coletadas pelo IBGE no censo 2000, com mais de 80% de percentual, revelam que o processo de explosão demográfica ainda não estagnou.

Devido à rápida e desordenada urbanização que vem ocorrendo nas cidades brasileiras desde meados do século XIX, foi gerada uma degradação ambiental mais intensa e uma queda da qualidade de vida da população. Logo, a ação do homem e os processos decorrentes de sua organização social têm gerado alterações no meio ambiente, em especial no meio urbano.

Diante deste cenário não devemos mais pensar as cidades brasileiras somente por meio de questões urbanas, porém devemos discuti-las através de questões urbano-ambientais, dentre as quais o clima por ser um elemento de primeira ordem, desempenha papel preponderante.

O presente estudo pretende contribuir com o planejamento urbano e ambiental do município de Aquiraz/CE-BR, instrumento esse fundamental ao processo de desenvolvimento sustentável. Para tanto, objetivou-se analisar o papel da vegetação e sua contribuição nas variações termo-higrométricas e sucessivamente as de conforto térmico.

É necessário destacar que este estudo faz parte da minha Dissertação de mestrado com qualificação prevista para julho de 2012 e, portanto, encontra-se em fase inicial.

Para Rodriguez et all. o planejamento ambiental do território converte-se em “um elemento tanto básico como complementar para a elaboração dos programas de desenvolvimento econômico e social, e para a otimização do plano de uso, manejo e gestão de qualquer unidade territorial” (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007: 57).

O planejamento ambiental deve ser algo presente no Plano Diretor Municipal, o que asseguraria a proteção e conservação dos recursos naturais. De acordo com Martins (2008) o plano diretor “deverá conduzir as ações para o caminho do desenvolvimento

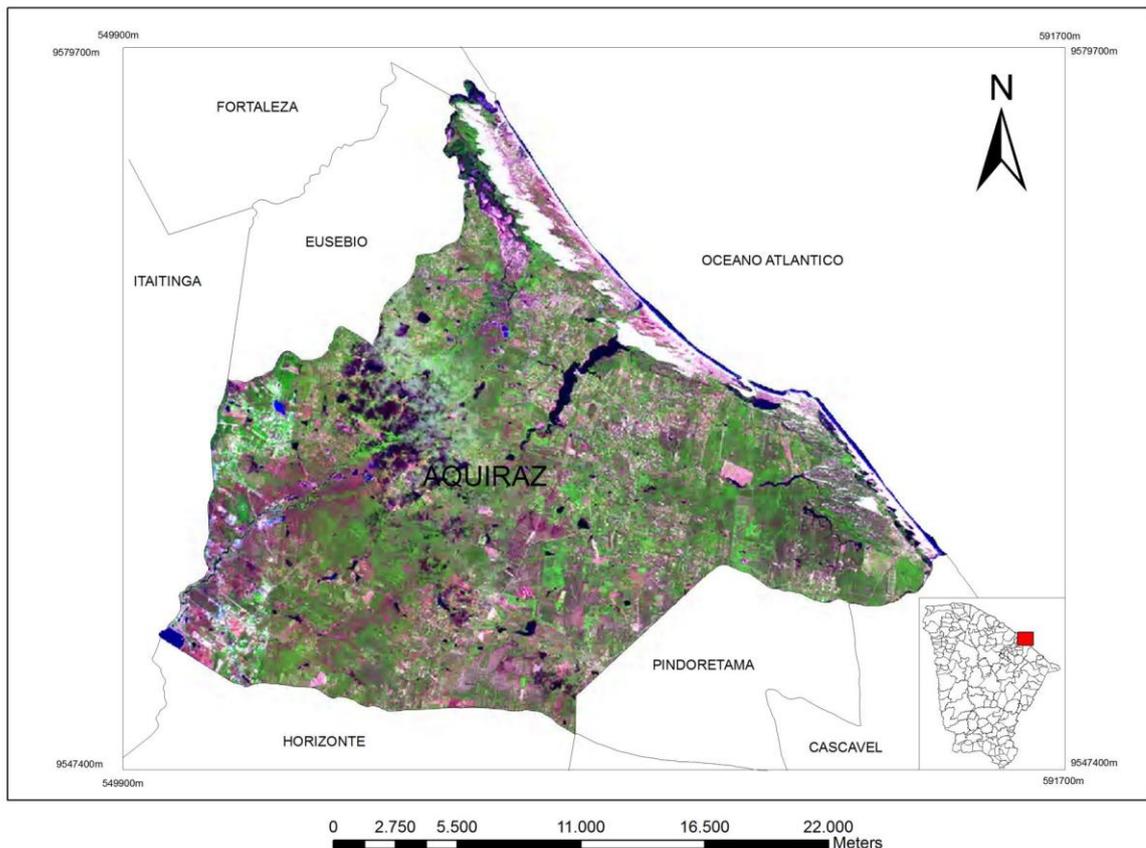
sustentável, uma vez que o meio urbano é considerado um sistema dinâmico de atividades humanas” (MARTINS, 2008:104). Dessa maneira, o planejamento ambiental objetiva o desenvolvimento sustentável que, de acordo com Rebouças (1997), é caracterizado como “um processo que se deve compatibilizar, no espaço e no tempo, o crescimento econômico, com a conservação ambiental, a qualidade de vida e a equidade social” (REBOUÇAS, 1997, p. 127).

O clima, portanto, constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental das cidades. As condições climáticas destas áreas, entendidas como clima urbano, são derivadas da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas. (MENDONÇA, 2003).

Neste contexto, a cidade de Aquiraz/CE-BR apresenta uma grande quantidade de atividades e serviços como escolas, pontos comerciais, bancos, indústrias e residências que se concentram no Distrito Sede deste município, o que torna necessário o estudo do Clima Urbano desta cidade, de forma que este possa contribuir para o ordenamento territorial que tem como finalidade facilitar ações para lograr melhoria da qualidade de vida das populações.

O município de Aquiraz (FIGURA 01) foi fundado em 13 de fevereiro de 1699. EstE segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) têm sua sede localizada a 3° 54' 05'' de Latitude sul e a 38° 23' 28'' de Longitude Oeste. Tem uma área de 480, 976km. Aquiraz faz parte da Região Metropolitana de Fortaleza e está a 21 km em linha reta desta capital. Faz limites ao Norte com Oceano Atlântico, Fortaleza e Eusébio, ao Sul com o município de Horizonte, Cascavel e Pindoretama, a Leste com o Oceano atlântico, e a Oeste com os municípios Eusébio, Itaitinga e Horizonte.

Figura 01: Localização da área de estudo, município de Aquiraz/CE



Fonte: Edição sobre a base cartográfica do Estado do Ceará – EMBRAPA 2001 e imagem Landsat 7, 2001.

Aquiraz de acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME) apresenta um clima Tropical Quente Sub-úmido, uma pluviosidade média de 1.379,9 mm e as temperaturas variam entre 26° a 28° C. Aquiraz apresenta uma quadra chuvosa bem definida, de fevereiro a maio, sendo a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) o principal sistema atmosférico atuante na Região, porém outros sistemas atuam nessa na área, tais como: Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), Complexos Convectivos de Meso-escala (CCM), Linhas de Instabilidades (IT), Ondas de Leste (OL), Brisa Marítima e Brisa Terrestre. Uma parte do município insere-se nos Tabuleiros Costeiros da Formação Barreiras, onde a presença de Argissolos e Neossolos Quartzarênicos sustentam a Mata de Tabuleiro; e outra parte, insere-se na Planície litorânea, cujas principais formas são representadas pelo Campo de Dunas e Praias. (SOUZA, 2007).

Aquiraz tem como aspectos sociais as seguintes características: a população absoluta em 2000 é de 60.469 habitantes, de acordo com os dados do censo

demográfico realizado pelo IBGE. A população urbana é de 54.682 e a rural de 5.787 habitantes. Tem uma densidade demográfica de 125,79 hab/km². Sua economia está baseada, sobretudo, na Agricultura; Pecuária e Turismo, mas já existem 23 Indústrias localizadas no município segundo o perfil básico do município. Embora a cidade seja de médio porte, ela já apresenta características diferenciadas de uso e ocupação do solo, com forte alteração do ambiente urbano.

Desse modo, observa-se que a área do município, no que tange aos recursos naturais, encontra-se ocupada e explorada de forma desordenada, interferindo na dinâmica dos sistemas ambientais locais, o que justifica a importância da realização de um planejamento urbano e ambiental.

Análise e conclusões

Um dos objetivos enfatizados por muitos autores é a aplicação da climatologia no Planejamento das áreas urbanas, porém a constatação da falta de aplicação é também bastante recorrente.

De acordo com Andrade (2005) o recurso a soluções tecnológicas, com um consumo crescente de energia e impactos ambientais acentuados, entra em contradição evidente com os atuais paradigmas da sustentabilidade urbana, onde as dificuldades do ambiente urbano são comumente enfrentadas sob duas perspectivas diferentes BREHENY (1992, cit. por Andrade, 2005):

- a. O consumo e degradação de recursos externos à cidade
- b. A qualidade de vida no espaço urbano.

A primeira abordagem diz respeito ao consumo de água, energia e outros recursos e com a produção de resíduos, no que se refere aos aspectos climáticos é indiscutivelmente relevante a emissão de poluentes atmosféricos. E para que a sustentabilidade seja alcançada é necessária a redução dos impactos urbanos sobre o ambiente, o clima, a hidrologia, a produção de CO² e a biodiversidade, seja ao nível externo ou a qualidade de vida no espaço urbano.

A segunda abordagem deve ser conceituada, e conforme Diener e Suh (1996 cit. por Andrade, 2005) qualidade de vida é “a satisfação com a vida”; Kamp et al. (2003, cit. por Andrade, 2005) consideram que a qualidade de vida resulta do ajustamento pessoal entre um conjunto de domínios humanos e ambientais, englobando nestes

últimos o ambiente natural e aspectos como o ambiente construído, os recursos naturais e a segurança, onde se integra a componente climática.

Desse modo, o clima urbano deve ser estimado enquanto componente de qualidade do ambiente e, conseqüentemente de fundamental importância para a qualidade de vida no meio urbano.

O clima urbano pode afetar diretamente a saúde e bem-estar humanos, distinguindo-se, nessa influência, diferentes fatores, sendo eles: complexo térmico (temperatura do ar, temperatura radiativa, velocidade do vento e tensão de vapor); qualidade do ar; radiação; vento – efeito mecânico; odores e ruído. Monteiro (2003) indica o conforto térmico, a qualidade do ar e os impactos meteorológicos como capazes de afetar a vida urbana, como as principais áreas de aplicação da climatologia urbana.

Como forma de estudar o clima de um dado local e sua urbanização, Monteiro (1976, 2003), analisando as mudanças por quais passam os grandes núcleos urbanos, propõe o Sistema Clima Urbano – S. C. U., composto por três subsistemas: termodinâmico, físico-químico e hidrometeorológico, sendo estes diretamente relacionados com os canais de percepção humana: conforto térmico, qualidade do ar e impacto meteorológico. Cada um dos subsistemas tem um objeto de estudo diferenciado sendo: as ilhas de calor, ventilação, conforto e desconforto térmico o objeto do subsistema termodinâmico; a qualidade do ar, assim como as doenças respiratórias o objeto do físico-químico, e os impactos meteorológicos, incluindo os alagamentos e inundações urbanas o objeto do hidrometeorológico. Assim, o S. C. U. tem como foco de estudo o clima da cidade a partir de uma visão integrada, de conjunto. Monteiro (2003) cita ainda que o clima urbano é um sistema singular que abrange um clima local e a cidade, não tendo a preocupação de se estabelecer a partir de que grau de urbanização e de que condições geológicas se poderia utilizar o termo.

Para definir o S.C.U. Monteiro (1976, 2003) propõe uma série de enunciados básicos, sendo os seguintes:

- 1- O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização.
- 2- O espaço urbanizado que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere.

3- O S.C.U. importa energia através do ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que se pode enquadrar na categoria dos sistemas abertos.

4 -As entradas de energia no S.C.U. são de natureza térmica (oriundas da fonte primária de energia de toda a terra-sol), implicando componentes dinâmicas inequívocas determinadas pela circulação atmosférica, e decisivas para a componente hídrica englobada nesse conjunto.

5 - A avaliação dessa entrada de energia no S.C.U. deve ser observada tanto em termos quantitativos , como, especialmente, em relação ao seu modo de transmissão.

6 - A estrutura interna do S.C.U. não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas.

7- O conjunto-produto do S.C.U. pressupõe vários elementos que caracterizam a participação urbana no desempenho do sistema. Sendo variada e heterogênea essa produção, faz-se mister uma simplificação, classificatória, que deve ser constituída através de canais de percepção humana.

8- A natureza urbana do S.C.U. implica em condições especiais de dinamismo interno consoante o processo evolutivo do crescimento e desenvolvimento urbano, uma vez que várias tendências ou expressões formais de estrutura se sucedem ao longo do processo de urbanização.

9- O S.C.U. é admitido como passível de auto-regulação, função essa conferida ao elemento homem urbano que, na medida em que conhece e é capaz de detectar suas disfunções, pode , através do seu poder de decisão intervir e adaptar o funcionamento do mesmo, recorrendo a dispositivos de reciclagem e/ou circuitos de retroalimentação capazes de conduzir seu desenvolvimento e crescimento seguindo metas preestabelecidas.

10- Pela possibilidade de interferência auto-reguladora, acrescentam-se ao S.C.U., como sistema aberto, aquelas propriedade de entropia negativa pela sua própria capacidade de especialização dentro do crescimento através de processos adaptativos, podendo ser qualificado, assim, como um sistema morfogenético.

A proposta teórica de Monteiro (1976, 2003), denominada de Sistema Clima Urbano (S.C.U.) veio a tornar-se a principal referência para os estudos climáticos do Brasil, contribuindo para a consolidação da climatologia brasileira.

Assim, o presente estudo pretende contribuir com o planejamento urbano da cidade de Aquiraz/CE no que se refere ao conforto e a saúde da população, cujos elementos atmosféricos de influência são aqueles que compõem o complexo térmico de acordo com Monteiro (1976, 2003).

Alcoforado (1999) aponta que apesar do surgimento de algumas publicações sobre a importância das condições climáticas para o planejamento urbano, o ambiente exterior ainda é muitas vezes ignorado, as quais as regras da Arquitetura tradicional vêm sendo substituídas por soluções que valorizam a tecnologia avançada, tornando o Homem cada vez mais dependente dos Recursos Naturais.

Esta situação vem evoluindo vagarosamente, embora muitos pesquisadores tenham feito esforços para facilitar a comunicação entre a climatologia, arquitetura e planejamento, porém a sensibilidade para este tema varia de local para local, sendo tratada de uma forma mais relevante, como destaca Alcoforado (1999) com base em bibliografias de OKE (1984) e BITAN (1983), em cidades com climas limitantes às atividades humanas, a exemplos das áreas com climas extremos tanto para o frio destacados por OKE (1984), quanto para o calor enfatizado por BITAN (1983).

Assim, em alguns países há o esforço para estabelecer o elo entre a climatologia e o planejamento, não só por parte das Universidades, mas também pelo poder público local. Mesmo em áreas onde o clima não é “tirânico” o conhecimento efetivo sobre as condições atmosféricas possibilitará, quando possível, selecionar a melhor localização, posição e orientação para o conjunto de edifícios; a localização e estrutura para os espaços verdes e até, aconselhar sobre decisões que parecem secundárias como a entrada dos edifícios, que se situadas nos posições mais ventosas constituem problemas para os moradores.

Uma equipe de investigadores da Universidade de Basileia divulgou, em inglês, uma metodologia que até então só era disponível na língua alemã. As análises climáticas dos diferentes espaços urbanos consideram na primeira parte a descrição clássica do clima da área de estudo, e na segunda parte são apresentados e comentados dois tipos de mapas, *mapas sintéticos das funções climáticas e mapas de avaliação climática* acompanhado de normas para o planejamento.

Nos mapas sintéticos das funções climáticas são demarcadas áreas constituídas por elementos da morfologia urbana que interagem de modo particular com a atmosfera. Neste mapa caracteriza-se e delimitam-se as unidades climo-topológicas (microclimas), que apresentam características morfológicas semelhantes (forma e posição no relevo, exposição e declive), características geológicas, pedológicas e tipologias de uso. O trabalho deve iniciar-se pela delimitação das áreas de ocupação semelhante do solo urbano e com topografia análoga, pois um conjunto habitacional situado em um fundo de vale terá condições climáticas diferentes de um localizado no topo de uma serra.

Alcoforado afirma que para cada unidade climo-topológica será possível determinar as principais características radiativas e térmicas e até o grau de conforto dos habitantes como já foi aplicado em Lisboa de acordo com Andrade (1998). E também ressalta a importância do vento nestas unidades, pois na cidade a velocidade horizontal do vento diminui com a rugosidade do ambiente construído, no entanto pode-se antever a modificação da ventilação na cidade pela construção de edifícios em determinadas áreas através de modelos numéricos e/ou físicos que calculam as variações sazonais e meridionais do vento, a várias altitudes, que passam pela utilização de túneis de vento, bem como através da verificação do terreno por meio de bio-indicadores.

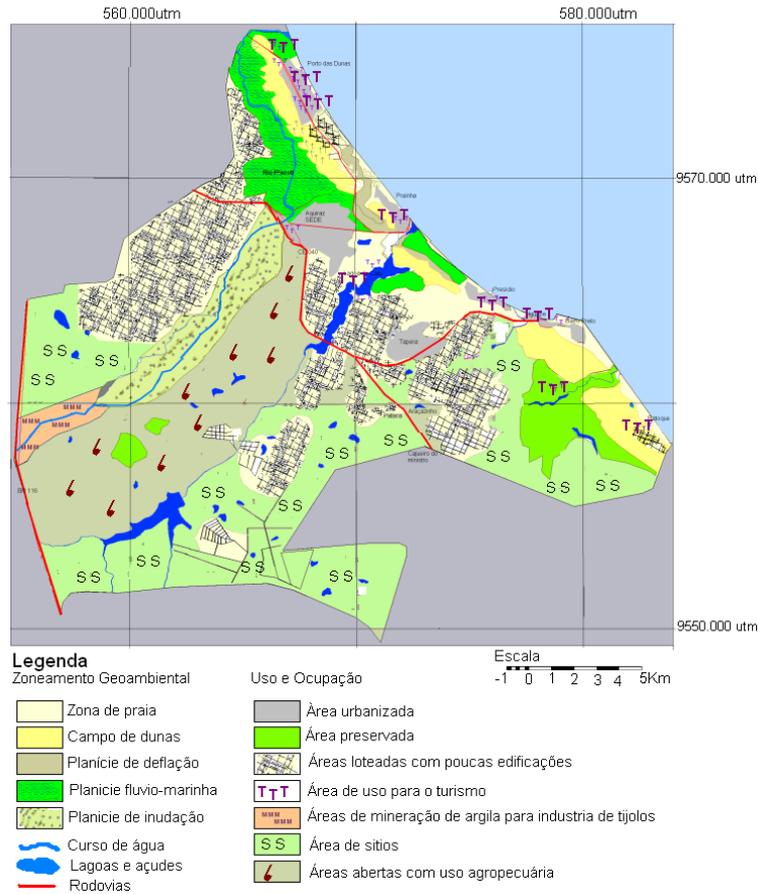
Já nos mapas de avaliação climática são apresentadas normas para o planejamento em função dos diversos objetivos: proteção de áreas verdes, análise e redução de riscos etc.; assim como recomendações adequadas de uso do solo. Para que modelos confiáveis se efetivem é necessária a colaboração de diversas instituições com jurisdições diversificadas, pois só assim será possível demonstrar a importância da informação climática no desenho urbano.

Observa-se que a cidade de Aquiraz embora seja de porte médio (60.469 habitantes) já apresenta características diferenciadas de uso e ocupação do solo, com forte alteração do ambiente urbano, conforme observamos no MAPA 01.

Estes usos diferenciados do solo, de acordo com o aporte teórico do presente estudo, influenciam no comportamento da atmosfera local, refletindo em microclimas e, conseqüentemente, em conforto/desconforto térmico sentidos pela população.

Mapa 01

Uso e ocupação do solo em aquiraz



Fonte: NOGUEIRA (2010)

Se analisarmos a cidade de Aquiraz em uma escala maior (mesoclimática) constataremos que esta representa uma área verde no conjunto da Região Metropolitana de Fortaleza/CE-BR, porém ao nível microclimático (local) percebemos uma intensa degradação das áreas verdes, no Distrito Sede desta cidade, em virtude do asfaltamento de ruas e avenidas, da especulação imobiliária para a construção de empreendimentos residenciais e comerciais etc. E isto tem ocasionado, qualitativamente, desconforto térmico à população.

Lisa Gartland (2010) destaca:

Árvores e vegetação são componentes funcionais vitais para uma cidade ou subúrbio saudável. Árvores e vegetação saudáveis trazem inúmeros benefícios, inclusive comunidades mais confortáveis, menos consumo de energia, redução da

poluição do ar, menos enchentes e melhorias para o ecossistema... (GARTLAND, 2010: 135)

Percebemos através da leitura desta citação os efeitos mitigadores da vegetação, principalmente no que se refere ao conforto térmico proporcionado pelas áreas verdes, já que a vegetação tem a capacidade de absorver muito mais radiação que uma área edificada, e assim irradiar menor quantidade de calor.

Barbosa (2002) constatou, de modo qualitativo e quantitativo a influência das áreas verdes sobre condições térmicas em diferentes recintos urbanos na cidade de Maceió. Observando durante o período de verão uma diferença média na temperatura do ar na ordem de 2,5° C entre um ambiente arborizado e um ambiente circunvizinho desprovido de vegetação.

Portanto, torna-se fato à necessidade da preservação e/ou incorporação das áreas verdes por parte dos projetistas das cidades, de modo particular da cidade de Aquiraz/CE-BR, que já apresenta degradação dos espaços verdes em seu Distrito Sede. Para tanto é fundamental o conhecimento dos mecanismos do clima urbano para que propostas de ordenamento possam ser agregadas nos planos de gestão urbana.

A pesquisa como já foi destacado anteriormente encontra-se em fase inicial e será aperfeiçoada com a coleta dos dados de temperatura, umidade, nebulosidade, direção e velocidade dos ventos, fluxos de pessoas e veículos em cinco pontos com características distintas do Município; possibilitando assim uma melhor compreensão da dinâmica urbana e sua influência nas condições atmosféricas locais. Também serão analisadas as cartas sinóticas e imagens de satélite para a identificação do comportamento e dos sistemas atmosféricas geradores dos tipos de tempo, atuantes em cada período de coleta (Outono (2011)– Estação chuvosa/ Primavera (2011) – Estação Seca).

E através destes dados pontuar as áreas de conforto/desconforto térmico da cidade, e assim propor medidas mitigadoras aos efeitos negativos da urbanização. Dessa forma, esta pesquisa pretende contribuir com o plano de gestão municipal a fim de proporcionar uma melhoria da qualidade de vida a população de Aquiraz-CE.

Somente através do Planejamento ambiental a cidade garantirá a promoção da sustentabilidade. Rodriguez, Silva & Cabo (2004: 71), expõem que o planejamento ambiental, encaminhado a estimular a constituição de um modelo alternativo atentaria

para o processo de gestão ambiental sob o controle das comunidades e da população, em uma perspectiva descentralizadora e participativa.

A educação ambiental é uma ferramenta de grande importância para o sucesso desse empreendimento. Monteiro (2003) aposta nesse instrumento e afirma que o clima da cidade (S.C.U) dificilmente chegaria ao equilíbrio homeostático, devido a crescente desorganização do espaço urbano, porém, os gestores junto com a sociedade podem de forma consciente elaborar dispositivos de reciclagem necessários à condução dos controles climáticos.

Enfim, a percepção e a conscientização dos problemas urbanos, destacando o clima urbano, decisivo à qualidade de vida do espaço urbano, geram expectativas que, socialmente, são muito importantes na busca de valores para a definição de metas que minimizem a degradação ambiental.

Material gráfico e bibliografia

ANDRADE, H. **O clima urbano: natureza, escalas de análise e aplicabilidade.**

Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia, XL (80), 2005, p. 67 – 91.

ALCOFORADO, Maria João. **Aplicação da climatología ao planejamento urbano.**

Alguns apontamentos. Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia, XXXIV, 1999, P. 83 – 94.

BARBOSA, R. V. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: estudo em microclimas de maceió (AL).** Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, USP, São Paulo, 2005, 112p.

IBGE. Censo Demográfico. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em 10/01/2011

FUNCEME, Janeiro 2011.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.**

São Paulo: Oficina de textos, 2010.

MENDONÇA, F. Clima e Planejamento urbano em Londrina. Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do campo termo-higrométrico. In:

MONTEIRO, C.A.F; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, p.93-120.

MONTEIRO, C.A.F Teoria e Clima Urbano. **Série Teses e Monografias** nº25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.

MONTEIRO, C.A.F. Teoria e Clima Urbano - Um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C.A.F; MENDONÇA, F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, p.9 - 67.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, Edson V. **Educação ambiental e desenvolvimento sustentável**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

_____; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 2007.