

INDICADORES DE QUALIDADE BIOCLIMÁTICA PARA ANÁLISE DE BAIROS PLANEJADOS, EM LOCAL DE CLIMA QUENTE E ÚMIDO

Ana Clara B. Salvador Borba (1); Ruskin Freitas (2)

- (1) Arquiteta Urbanista, Mestre em Desenvolvimento Urbano, Consultora da Sistêmica Consultoria e Planejamento LTDA, Cx. 565, Guadalupe, Olinda-PE, clarasalvador.arq@gmail.com, F.: (81) 9992.3565
(2) Arquiteto Urbanista, Doutor em Arquitetura, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo - UFPE, ruskin37@uol.com.br, F.: (81) 9634.8644

RESUMO

O processo de urbanização em áreas periféricas, por meio dos atuais bairros planejados, transforma um ambiente com características rurais em um ambiente construído, alterando também seu microclima. A densidade construtiva aumenta gradativamente, resultando no adensamento construtivo, associado a poucos afastamentos entre edificações, diminuição da cobertura vegetal e aumento de áreas pavimentadas, provocando a diminuição da drenagem e ventilação, dificultando a dispersão do ar, aumentando a temperatura. Esses fenômenos, em conjunto, comprometem a qualidade ambiental urbana. Se os princípios bioclimáticos forem considerados no processo de desenvolvimentos de projetos urbanísticos para novas áreas, podem favorecer o conforto térmico nos espaços externos e internos e a qualidade do ambiente construído, minimizando tais impactos. No intuito de valorizar o bioclimatismo nos projetos de desenho urbano para novos bairros, desenvolveram-se indicadores, à luz dos princípios bioclimáticos, para analisar a qualidade ambiental de bairros planejados, em local de clima quente e úmido. O presente artigo tem como objetivo geral apresentar a construção de alguns indicadores bioclimáticos e sua aplicação, através da análise do projeto de loteamento do bairro planejado Convida, previsto para o município do Cabo de Santo Agostinho, na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco. O resultado desta análise demonstrou que o projeto valoriza a qualidade bioclimática urbana através do traçado sinuoso, das parcelas com tamanhos e formas diversificadas, que permitem diferentes volumetrias e implantações no lote, favorecendo a permeabilidade dos ventos entre as edificações. O aproveitamento da APP (Área de Preservação Permanente) existente no terreno para a ocupação de grandes espaços livres arborizados contribuiu com o aumento da umidade relativa, a filtragem do ar, além de oferecer espaços de lazer aos moradores.

Palavras-chave: conforto térmico, qualidade ambiental urbana, bairros planejados.

ABSTRACT

The process of urbanization in peripheral areas, through the current planned neighborhoods, transforms an environment with rural characteristics in a built environment, also changing its microclimate. The building density gradually increases, resulting in the construction density, associated with few distances between buildings, decreased vegetation cover and increase in paved areas, leading to reduced drainage and ventilation, making the air dispersion, raising the temperature. These phenomena together undertake the urban environmental quality. If bioclimatic principles are considered in the process of development of urban projects to new areas, may favor the thermal comfort in the external and internal spaces and the quality of the built environment, minimizing such impacts. In order to enhance the bioclimatism in urban design projects for new neighborhoods, developed indicators in the light of bioclimatic principles, to analyze the environmental quality of planned neighborhoods in place of hot and humid weather. This article has as main objective to present the construction of some bioclimatic indicators and their application through the allotment of project analysis of the planned neighborhood Calls planned for the city of Cabo de Santo Agostinho, in the Metropolitan Region of Recife, in Pernambuco. The result of this analysis showed that the project enhances the bioclimatic urban quality through the winding route, parcels in size and diversified forms, which allow different volumetric and deployments on the lot, favoring the permeability of the winds between the buildings. The use of APP (Permanent Preservation Area) on the ground for the occupation of large wooded free spaces contributed to the increase in relative humidity, air filtration, and provides recreational spaces for residents.

Keywords: thermal comfort, urban environmental quality, planned neighbourhoods.

1. INTRODUÇÃO

A produção do espaço urbano, principalmente em áreas periféricas com baixa densidade construtiva, por meio de grandes loteamentos, como os atuais bairros planejados, tem se intensificado e se tornado uma tendência, em diversas cidades do Brasil.

O uso e a ocupação do solo nessas áreas afastadas dos centros com características rurais trazem transformações substanciais, passando de uma paisagem com predominância de elementos naturais para um ambiente construído. Tal mudança pode resultar em diferentes níveis de impacto ambiental, podendo agredir mais ou menos seu ecossistema. Normalmente, a forma mais adequada de intervir no terreno é aquela que cause o mínimo de alteração possível, preservando ao máximo suas características físico-ambientais, contribuindo para uma maior estabilidade do solo e um projeto mais econômico.

Geralmente, o processo de terraplenagem tem ocorrido com altos graus de modificação no sítio, com grandes porcentagens de corte e aterros, quando não tornando o terreno totalmente plano.

A vegetação nativa, em geral, é removida para ser substituída por grandes áreas pavimentadas e impermeáveis, permanecendo apenas as áreas de preservação protegidas por lei, se a área contempla tais características. Muitas vezes, essas coberturas vegetais são computadas como área verde, resultando num ambiente urbano com pequenas parcelas de solo natural e pouca arborização. Este resultado é inadequado quando se almeja um espaço salubre e confortável, visto que a vegetação é um importante elemento regulador de temperatura e renovação do ar.

O processo de urbanização desses novos bairros não se encerra em seus planejamentos. Ele tem continuidade devido à valorização da terra e novas oportunidades econômicas, atraindo um maior número de pessoas do que antes previstas, e conseqüentemente, aumentando a densidade construtiva. Isto se dá, de forma paulatina, primeiramente com densidades mais baixas e toda infraestrutura, abastecimento de água e sistema de esgoto, energia e tratamento de resíduos sólidos e líquidos para atender a nova população estimada de acordo com o projeto urbanístico. À medida que se acentua a produção do espaço nessas áreas, devido as suas características ambientais, econômicas ou empresariais, potencializa a necessidade de infraestrutura para atender a crescente demanda, resultando no aumento da densidade construtiva e populacional, com edificações cada vez mais próximas umas das outras e mais altas, além de demandar mais fluxos de veículos. Até certo ponto, esse adensamento fortalece as vantagens da vida cotidiana, como a proximidade e a diversidade entre os usos, por exemplo. Entretanto, quando ultrapassa os limites da capacidade de suporte da infraestrutura e do sistema viário, sobrecarregando o solo urbano, associada a pouca arborização e grandes áreas pavimentadas, dificultam a ventilação - principal elemento de equilíbrio térmico -, aumentam a radiação difusa pelas edificações e prejudicam a drenagem das águas pluviais, resultando no aumento excessivo da temperatura, diminuição da umidade relativa do ar, reduzindo o nível de conforto térmico nos recintos urbanos, que, em conjunto, inicia um processo de declínio e perda da qualidade ambiental urbana, comprometimento do bem-estar dos indivíduos e benefícios da vida urbana, cujas características eram o principal motivo de atração. Quando isto ocorre de forma intensificada, pode originar degradação e impactos ambientais.

Em decorrência desse encadeamento, muitas vezes, buscam-se outras áreas oferecidas pelo mercado imobiliário, com as mesmas promessas e discursos, resultando em um ciclo repetitivo pela busca da qualidade de vida em novos locais, usufruto até degradá-lo, iniciando, então, novas buscas. Este fato pode ser presenciado nas experiências históricas deste modelo e nas suas variações reproduzidas em diferentes épocas e localidades.

A Região Metropolitana do Recife, situada no estado de Pernambuco, nordeste do Brasil, acompanha esta tendência de produção de novos bairros, impulsionada pelo crescente investimento descentralizado que a região tem vivenciado nos últimos anos, tanto ao sul, através do Complexo Industrial e Portuário Governador Eraldo Gueiros - SUAPE, como no entorno de outros grandes investimentos no oeste e no norte metropolitano. Isto tem proporcionado um acelerado desenvolvimento da região e, conseqüentemente, aumento populacional e demanda por habitação.

Só em 2012, foram divulgados, em jornal de grande circulação, quatorze bairros planejados, previstos para diferentes municípios da Região Metropolitana do Recife, sendo onze em áreas suburbanas.

Salienta-se que, no processo de planejar a cidade, é indispensável o conhecimento dos fatores e dos elementos climáticos e como eles se relacionam no meio urbano, a fim de nortear o planejamento urbano de novas ocupações e minimizar os efeitos negativos, beneficiando a qualidade ambiental urbana e o conforto de seus usuários.

2. OBJETIVO

O objetivo geral deste artigo é apresentar a construção de alguns indicadores, à luz dos princípios do urbanismo bioclimático, e demonstrar sua aplicação, através da análise do bairro planejado Convida, previsto para o município do Cabo de Santo Agostinho, na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco.

3. MÉTODO: CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES DE QUALIDADE BIOCLIMÁTICA

A construção dos Indicadores de Qualidade Bioclimática foi desenvolvida a partir do conhecimento da relação entre os condicionantes climáticos e a forma urbana, com base na identificação dos elementos que interferem nos climas urbanos e nas orientações bioclimáticas para local de clima quente e úmido, segundo alguns autores, tais como, Romero (2000), Oliveira (1985), Freitas (2008) e Mascaró (2005), entre outros.

Assim sendo, destacam-se três procedimentos metodológicos:

1. Identificação dos elementos da forma urbana como fatores climáticos urbanos;
2. Estratégias bioclimáticas para local de clima quente e úmido;
3. Indicadores de Qualidade Bioclimática

3.1. Identificação dos elementos da forma urbana como fatores climáticos urbanos:

A forma urbana e seus elementos são estudados em diferentes perspectivas, mas com algumas similaridades. Para Freitas (2008), ela pode ser analisada em diversos aspectos. Em termos de desenho, ele identifica o traçado das ruas, se ortogonal, radiocêntrico ou amorfo (irregular); a forma das quadras; as superfícies; o limite de área; a forma geométrica; a linha do horizonte apresentando a forma e alturas das edificações. Em aspectos físicos, reconhece ainda os volumes das edificações, sua verticalização e proximidade entre eles; a densidade construtiva, por justaposição ou por sobreposição de volumes edificados, fazendo relação com a capacidade de suporte da infraestrutura.

Lamas (2004) analisa a morfologia urbana e sua estrutura através dos seguintes elementos: edificação, fachada, lote, logradouro (afastamentos dentro do lote), quarteirão, traçado/ruas, praças e vegetação/ árvores.

Romero (2000, p.108) apresenta os elementos morfológicos urbanos que se relacionam com os fatores e elementos climáticos, os classifica quanto à forma do tecido urbano, se densa ou dispersa; além de abordar as ruas e sua orientação; a forma do lote; e o tamanho dos espaços públicos.

Oliveira (1985, p.39) identifica alguns aspectos da configuração urbana, que são fatores e elementos condicionantes climáticos como: a rugosidade das superfícies urbanas e a porosidade ou permeabilidade dos ventos na estrutura urbana; a densidade de construção; o tamanho da estrutura urbana, em altura e extensão horizontal; a ocupação do solo; a orientação; a permeabilidade do solo urbano; e por último as propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes da estrutura urbana.

Considerando outros elementos relevantes, os elementos da forma urbana podem ser: o terreno, o traçado das ruas, a parcela mínima, a volumetria das edificações, o conjunto edificado, a ocupação do solo, a densidade, os espaços livres, a superfície do solo urbano, a vegetação urbana e o uso do solo. Esses elementos se relacionam com os fatores e elementos climáticos, resultando em ambientes com maior ou menor qualidade bioclimática urbana. Para atingir qualidade satisfatória, é importante definir os aspectos que devem ser levados em consideração, em um estudo do ambiente construído. O quadro 1 apresenta esses elementos da forma urbana e seus aspectos mais relevantes, podendo orientar projeto urbanísticos.

Elementos	Aspectos
Terreno	Presença de corpos d'água, declividades em relação à ventilação, a ocupação e drenagem
Traçado das ruas	Orientação, desenho das ruas e influência na orientação das fachadas principais
Parcelas /Lotes	Tamanho e forma.
Volumetria	Orientação das fachadas.
Conjunto edificado	Volumetria, espaços livres e solo permeável.
Espaços livres	Tamanho de pátios, áreas não edificáveis de corpos d'água, áreas verdes, praças e parques
Superfície do solo urbano	Permeabilidade, áreas pavimentadas, tipo de materiais.
Cobertura vegetal	Áreas verdes e arborização urbana

Quadro 1: Elementos da forma urbana e seus aspectos. Fonte: BORBA, 2014.

Em conjunto, os elementos da forma urbana representam fatores que determinam e condicionam os climas urbanos. Cada elemento ordenado em um tecido altera a velocidade e a direção dos ventos, a forma de absorção ou reflexão da radiação solar, a permeabilidade do solo, que, por sua vez, influenciam a umidade relativa e a temperatura do ar. Isto resultará em ambientes com diferentes níveis de conforto térmico, dependendo das características climáticas locais, da configuração urbana e das atividades antrópicas.

3.2. Estratégias bioclimáticas para local de clima quente e úmido

Para melhor compreender alguns princípios bioclimáticos para locais de clima quente e úmido, é necessário saber as características desse tipo de clima, como se comportam seus elementos e fatores, para traçar algumas recomendações de amenização climática.

Os locais de clima quente e úmido localizam-se "entre os trópicos de Câncer, numa latitude de 23° 27' norte e trópicos de Capricórnio, a 23° 27' sul. Os locais com este tipo de clima possuem certas semelhanças, entre si. De forma geral, possuem altas temperaturas, umidade elevada e forte radiação solar, necessitando de controle para efeito de equilíbrio térmico. A seguir, de forma mais clara, verifica-se quais são esses elementos, como se comportam, e como devem ser controlados para minimizar os efeitos indesejados.

Elementos Climáticos	Comportamentos dos elementos climáticos	Recomendações para amenização climática	Recomendações para a prática do projeto
Temperatura	Possuem pouca variação de temperatura, nas duas estações do ano: verão e inverno	Buscar a perda de calor pela evaporação e convecção, para diminuir a temperatura	Utilizar elementos urbanos que permita a circulação dos ventos
	Os dias, normalmente são quentes e úmidos e as noites tendem a ser mais amenas com alta umidade		
Radiação solar	A radiação solar é difusa, devido ao vapor d'água das nuvens que evita a radiação direta, porém com elevada intensidade.	Procurar diminuir a absorção de radiação solar	Favorecer o sombreamento com vegetação
Ventos	Ventos amenos, com predominância do sentido sudeste.	Aproveitar a ventilação	Buscar orientação dos ventos predominantes
Umidade	Alta umidade relativa do ar	Incentivar a evaporação, diminuir o vapor de pressão e evitar a absorção de umidade do ar.	Favorecer a ventilação
Precipitações	O período de precipitações é irregular, com chuvas mais frequentes no inverno	Proteger ao máximo os espaços públicos e estimular rápido escoamento	Utilizar grandes beirais e favorecer áreas de solo permeáveis

Quadro 2: Comportamento dos elementos climáticos e recomendações para amenização em locais de clima quente e úmido
Fonte: BORBA (2014), adaptação de ROMERO (2000, p. 45 e 87).

Como as variáveis climáticas se alteram em decorrência dos condicionantes do meio natural e do meio construído, dependendo do terreno e de suas características; da forma urbana; da orientação de seu traçado; e de outros aspectos, poderão ser construídos ambientes urbanos com diferentes níveis de conforto. É importante identificar estes conjuntos de conhecimentos para traçar algumas recomendações que norteiem o planejamento urbano e arquitetônico, a fim de obter espaços mais amenos e confortáveis. Para isto, o quadro a seguir apresentará uma síntese de algumas estratégias bioclimáticas defendidas por autores como Romero (2000), Higuera (2006) e Olgyay (2010), a fim de observar as convergências e contribuir com a construção da metodologia do presente trabalho.

Estratégias bioclimáticas para região de clima quente e úmido		
Condicionantes do meio natural	Localização e orientação do terreno	- Incentivar a ocupação de áreas livres e de proteção em lugares altos, próximo ao topo dos morros ou em zonas elevadas - Priorizar as orientações Norte-Sul, que recebem menos radiação solar e a Sudeste, sentido dos ventos predominantes
	Topografia	- Conservar as declividades ou produzi-las, para ordenar os escoamentos de águas pluviais, evitando-se os excessos e valorizar as áreas do entorno dos corpos d'água
	Superfície do solo	- Favorecer o solo permeável para estimular a drenagem, a fim de diminuir o vapor de água contido. - Estimular o solo úmido para permitir absorção da radiação incidente, favorecendo o equilíbrio térmico. - Substituir as superfícies pavimentadas por gramadas para reduzir a absorção da radiação solar, a reflexão sobre as superfícies construídas e permitir escoamento de água nas fortes chuvas
	Vegetação	- Prover arborização nos espaços entre as edificações, para que esses proporcionem o sombreamento necessário e absorvam a radiação solar - Favorecer o uso de árvores no lado do poente, para amenização da incidência solar. - Evitar vegetação que acumule poluição do ar sob as copas das árvores

Quadro 3: Estratégias bioclimáticas relacionadas aos condicionantes do meio natural, para região de clima quente e úmido
Fonte: BORBA (2014), adaptação de ROMERO (2000), Higuera (2006) e Olgyay (2010).

Estratégias bioclimáticas para região de clima quente e úmido		
Condicionantes do meio urbano	Tecido urbano	- Estimular espaços livres entre porções do tecido urbano, para que a ventilação seja conduzida através deste
	Volumetria das edificações e do conjunto	- Priorizar afastamentos entre edifícios para penetração dos ventos - Favorecer edificações com alturas diversificadas, que resultem numa configuração de edifícios altos e baixos para beneficiar a ventilação - Estimular espaços sombreados - Promover edificações com forma mais alongadas, no sentido leste-oeste, pois são mais adequadas que no sentido norte-sul - Implantar edificações mais afastadas de áreas sujeitas a inundações
	Lote	- Incentivar dimensão dos lotes mais larga que comprida, em locais com média densidade construtiva - Privilegiar tamanho do lote que permita edificações com maior lado para os ventos predominantes e menos radiação
	Traçado Urbano	- Promover passeios de pedestres curtos e sombreados, com vegetação, marquises, passeios mais largos em alguns trechos e dimensões diversificadas, para que a orientação e os elementos possibilitem a alternância entre espaços sombreados e ensolarados. - Favorecer vias para pedestres com sombreamentos - Estimular arborização urbana, pois proporcionam sombreamento, e consiste num elemento importante de amenização microclimática;
	Espaços livres públicos	- Estimular maior quantidade de pequenos espaços livres públicos nos recintos urbanos, visto que possuem menos áreas para serem sombreadas. - Priorizar os espaços livres, arborizados, entre conjuntos arquitetônicos para auxiliar no equilíbrio térmico e circulação dos ventos.

Quadro 4: Estratégias bioclimáticas relacionadas aos condicionantes do meio urbano, para região de clima quente e úmido. Fonte: BORBA (2014), adaptação de ROMERO (2000), Higuera (2006) e Olgay (2010).

3.3. Indicadores de Qualidade Bioclimática

Os Indicadores de Qualidade Bioclimática descrevem a interação de um projeto de desenho urbano com as características locais e condicionantes climáticos. Tais indicadores demonstram a tendência que há na valorização ou não da qualidade ambiental dos espaços urbanos, podendo também, servir de orientação para atingir tal qualidade.

Indicador é uma variável derivada de parâmetros que fornecem informações sobre determinado fenômeno (SILVA, 2007). Esta autora se fundamenta em Cole (2002), quando diz que, “para ser útil, um indicador deve, portanto, permitir uma explicação das razões das mudanças em seu valor ao longo do tempo, ser suficientemente simples na maneira com que descreve problemas frequentemente complexos e usar definições comuns de componentes-chave e de normalização, para permitir comparações (SILVA, 2007).

Aggrupados por aspectos, cada indicador possui variáveis que poderão ser mensuradas e qualificadas em: **mais eficiente, adequado, intermediário, menos eficiente e inadequado**. As referidas variáveis se originaram de três questionamentos, descritos a seguir, que orientaram o desenvolvimento da matriz referencial.

	Indicadores	O que analisar?	Como analisar?	Para verificar o que?
ASPECTOS	Tamanho dos espaços livres às margens de copos d'água	As larguras das faixas marginais não edificáveis dos corpos d'água.	Observar a planta de arruamento, medir a largura do corpos d'água e as larguras das faixas marginais não edificáveis.	Para verificar se esses espaços foram aproveitados e valorizados como espaços livres de lazer e contemplação
	Influência das declividades na ventilação	As áreas que estão a sotavento e a barlavento	Simular no software AUTOCAD CIVIL 3D 2015, das declividades nas variações de 0 a 5% ,de 5% a 30% e acima de 30% .	Para avaliar se o tratamento da topografia e o desenho do arruamento consideraram a circulação dos ventos predominantes nas quadras
	Densidade da massa construída	A relação entre a massa construída, dentro dos lotes, com as áreas abertas públicas, de solo pavimentado e as áreas verdes	Analisar através das áreas privadas (lotes) e áreas públicas (sistema viário, áreas verdes, parques, praças, etc.), do quadro de áreas do projeto de loteamento	Para conferir densidade das áreas construídas e espaços abertos no loteamento

ASPECTOS	Forma do Tecido e orientação			
	Forma do traçado, quanto à ventilação	A forma e orientação das ruas em relação aos ventos predominantes	Analisar através da rosa dos ventos e planta de arruamento	Para averiguar se a malha urbana é sinuosa ou orgânica e se favorece a permeabilidade dos ventos
	Tamanho e forma do lote	O tamanho e forma das parcelas / lotes	Observar através da planta de lotes do projeto de loteamento	Para conferir o dimensionamento e a forma mais adequada para locais de clima tropical quente e úmido
Influência da forma e orientação do edifício	A insolação e o sobreamento nas fachadas, relacionando com a forma da edificação.	Avaliar através da sobreposição da carta solar na planta de lotes, se baseado em duas tipologias volumétricas, uma com a largura maior que o comprimento (forma alongada) e a outra com o comprimento maior que a largura (forma comprida).	Para verificar se os maiores lados estão expostos à maior incidência solar	

Quadro 5: Estrutura da análise para a construção dos indicadores
Fonte: BORBA, 2014.

As variáveis do primeiro indicador se basearam em legislações ambientais, dos quais os valores mínimos foram considerados adequados. As variáveis dos demais indicadores, foram fundamentadas em autores como Mascaró (2005), Romero (2000), Oliveira (1985), Freitas (2008), entre outros.

INDICADORES DE QUALIDADE BIOCLIMÁTICA PARA BAIROS PLANEJADOS							
1º ASPECTO: APROVEITAMENTO DO SÍTIO, QUANTO À TOPOGRAFIA E ÀS MARGENS DE ÁGUAS SUPERFICIAIS							
INDICADORES	DESCRIÇÃO	VARIÁVEIS					
		MAIS EFICIENTE	ADEQUADO	INTERMEDIÁRIO	MENOS EFICIENTE	INADEQUADO	
Tamanho dos espaços abertos às margens de Corpos d'água	Corpos d'água de até 10m de largura	Faixas marginais acima de 30 m	Faixas marginais de 30 m	-	-	Faixas marginais Menores que 30 m	
	Corpos d'água com largura de 10 – 50 m	Faixas marginais acima de 50 m	Faixas marginais de 50 m	-	-	Faixas marginais Menores que 50 m	
	Corpos d'água com largura de 51 – 200 m	Faixas marginais acima de 100 m	Faixas marginais de 100 m	-	-	Faixas marginais Menores que 100 m	
	Corpos d'água com largura de 201 – 600 m	Faixas marginais acima de 200 m	Faixas marginais de 200 m	-	-	Faixas marginais Menores que 200 m	
	Corpos d'água com largura acima de 600 m	Faixas marginais acima de 500 m	Faixas marginais de 500 m	-	-	Faixas marginais Menores que 500 m	
Influência das declividades na ventilação das quadras.	≥ 70% barlavento e/ou ≤ 20% sotavento	51% a 69% barlavento e/ou ≤ 30% sotavento	31% a 50% barlavento e/ou 31% a 55% sotavento	10% a 30% barlavento e/ou 56% a 80% sotavento	< 10% a barlavento e/ou < 80% a sotavento		
2º ASPECTO: DENSIDADE DOS VOLUMES EDIFICADOS							
INDICADORES	DESCRIÇÃO	VARIÁVEIS					
		MAIS EFICIENTE	ADEQUADO	INTERMEDIÁRIO		MENOS EFICIENTE	INADEQUADO
Densidade da massa construída e dos espaços abertos	Área dos lotes	50%	60%	70%		80%	90%
	Espaços livres (praças, partes, centros de lazer)	30%	20%	15%		10%	-
	Espaços abertos pavimentados (sistema viário)	20%	20%	15%		10%	abaixo de 10%
	Ocupação da massa construída	50%	60%	70%	30%	80%	90%
	Espaço aberto (solo natural ou pavimentado, sem construções)	50%	40%	30%	70%	20%	10%

3º ASPECTO: FORMA DO TECIDO URBANO E ORIENTAÇÃO EM TERMOS DE SOL E VENTO						
INDICADORES	DESCRIÇÃO	VARIÁVEIS				
		MAIS EFICIENTE	ADEQUADO	INTERMEDIÁRIO	MENOS EFICIENTE	INADEQUADO
Forma do traçado quanto ao efeito aerodinâmico dos ventos	Malhas sinuosas ou ortogonais com diferentes densidades	Ruas Sinuosas com baixa densidade de ocupação do solo	Ruas Sinuosas com média densidade de ocupação do solo	Ruas Sinuosas com alta densidade de ocupação do solo ou Ruas ortogonais, retas e com baixa densidade de ocupação	Ruas ortogonais, retas e com alta densidade de ocupação	
Tamanho e forma dos lotes	Dimensionamento das parcelas	Tamanhos que permitem formas diversas das edificações	Formas mais larga	-	Formas mais comprida	
Influência da forma e orientação do edifício, quanto à insolação das fachadas e à ventilação	Formas da edificação que permitem maior ou menor exposição ou sombreamento das fachadas ao sol	Fachadas com lados maiores no sentido N e S	-	Fachadas com lados maiores no sentido NE, NO, SE e SO	Fachadas com lados maiores no sentido L e O	

Quadro 6: Matriz dos indicadores.

4. ANÁLISE DA QUALIDADE BIOCLIMÁTICA DO BAIRRO PLANEJADO CONVIDA, PREVISTO PARA O CABO DE SANTO AGOSTINHO / PE

O Convida é um loteamento previsto para o município do Cabo de Santo Agostinho - PE, com uma área total de 469,830 hectares. “Considera-se loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes” (Art. 2º, §1º, da Lei Nº 6766/79).

Este empreendimento, como a maioria dos loteamentos de grande porte, será implantado por etapas, sendo a primeira, FASE 1, objeto desse estudo, compondo 18,86% da dimensão do loteamento Convida, situada a oeste da gleba, com uma área total de 88,61 hectares. Faz parte desta etapa a implantação do Campus de Inovação, que irá abrigar uma unidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco e uma unidade do Instituto Federal Tecnológico de Pernambuco, e do Portal Oeste, bairro com usos diversificados.

4.1. Análise do loteamento Convida: FASE I

A análise do loteamento Convida FASE I foi elaborada com base nos sete indicadores apresentados neste trabalho, a partir do projeto de loteamento anuciado pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco - Condepe/Fidem, arquivados nessa instituição. Por se tratar de um empreendimento de grande porte, que será implantado de forma paulatina, em quatro fases, de acordo com a demanda e do mercado imobiliário, poderá sofrer alterações no projeto urbanístico.

A seguir, serão apresentadas as avaliações de cada aspecto e seus indicadores de forma descritiva e analítica, além do preenchimento da Ficha de Avaliação de Qualidade Bioclimática para Bairros Planejados.

1º Indicador: Tamanho dos espaços livres às margens de corpos d'água

Foi verificada a presença de cursos d'água seccionando a gleba do loteamento Convida Fase I, cuja área de preservação permanente, em ambas às margens, é de 30 metros, ocupando 14,50% da área total, com extensão de 12,8 hectares. Além dessa faixa não edificável, exigida pela Lei Federal Nº 12.651/2012 - Código Florestal,

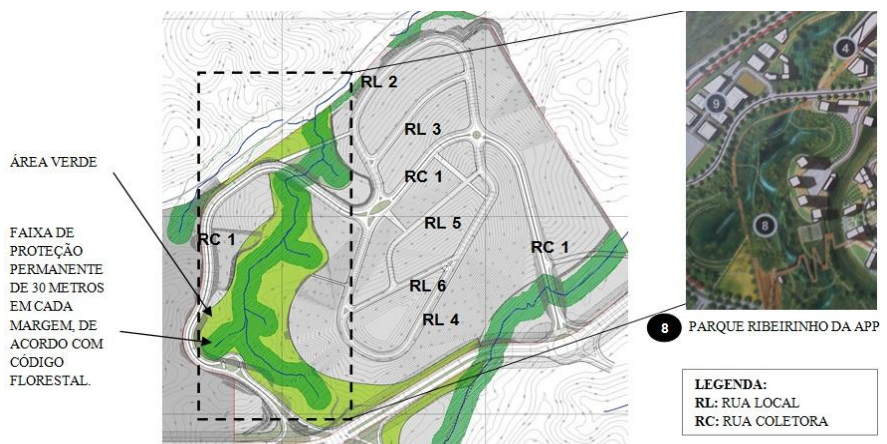


Figura 01: Área de preservação permanente do loteamento Convida fase I (1º indicador)

as áreas verdes às margens do corpos d'água se estendem por uma dimensão de mais 6,13% da área, totalizando 20,63% da Fase I (fig.31). Portanto, de acordo com os Indicadores de Qualidade Bioclimática para Bairros Planejados, este indicador é qualificado como **mais eficiente**.

2º Indicador: Influência das declividades na ventilação das quadras

De acordo com a análise das declividades e orientação do loteamento Convida Fase I, em relação aos ventos predominantes, verifica-se que as partes com declividades a barlavento, correspondem a 49,44% das quadras analisadas e as parcelas cujas inclinações estão a sotavento, correspondem a 46,81%. De acordo com os Indicadores de Qualidade Bioclimática, a área avaliada é qualificada como intermediária. As maiores áreas a barlaventos estão situadas nas quadras E1, A1, M1 e parte da F1, e as maiores áreas a sotavento encontram-se nas quadras P1, H1, G1 e parte da F1, I1 e K1.

3º Indicador: Densidade da massa construída e dos espaços abertos

De acordo com o quadro de áreas do loteamento Convida fase I, observou-se que o projeto demonstrou valorizar as áreas verdes de maneira satisfatória, cujos espaços abertos com áreas verdes são um pouco maiores que a áreas destinadas ao sistema viário, devido aos espaços de preservação existentes no terreno.

Nota-se que as áreas verdes do espaço aberto público possuem extensão total de 182.832,74 m², compondo 20,63 % de uma área total de 886.156,69m². Nesta porcentagem, encontra-se uma área de preservação ambiental de 128.175,70m², que corresponde a 6,16%, demonstrando que as áreas verdes dos espaços abertos públicos projetados são de 14,47% da área total do terreno, totalizando 20,63 %.

No que diz respeito à relação entre as áreas destinadas à ocupação da massa construída e os espaços abertos, com ou sem cobertura vegetal, a análise mostra um resultado **intermediário**, pois a futura composição urbana se configura como de baixa densidade construtiva, com massa construída em apenas 30% da área total do terreno e grandes espaços abertos, 70%, de superfícies permeáveis e impermeáveis, ou seja, toda área que não possui edificação.

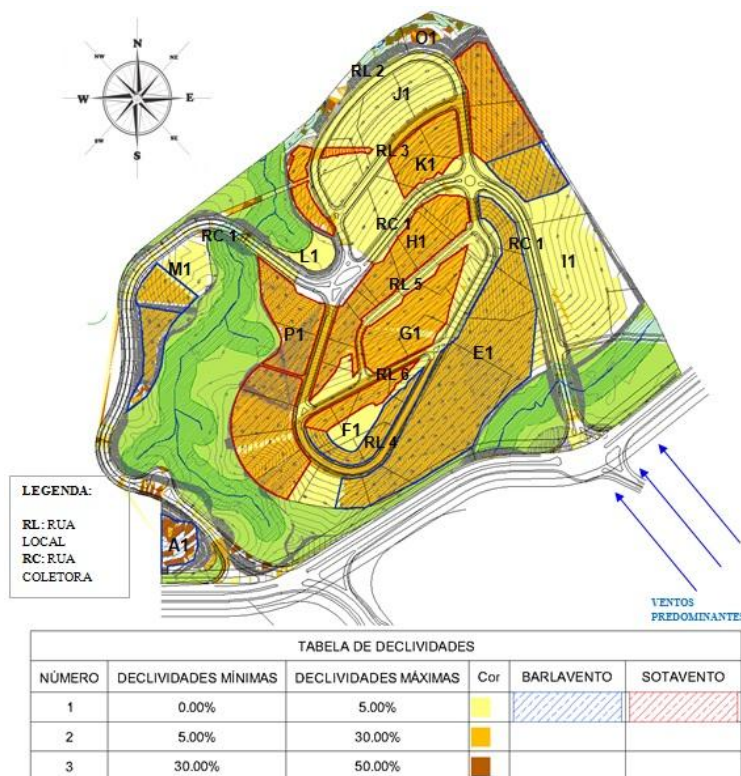


Figura 02: Influência das declividades na ventilação das quadras do Loteamento Convida (2º indicador)

Descrição	Área	Área total do lote (%)	Área total do terreno (%)
área total do terreno	886.156,69 m²	-	100%
privado	área total dos lotes:	531.682,96 m²	100%
	- ocupação da massa construída	265.841,48 m²	50%
	- espaço aberto pavimentado	159.504,88	30%
	- espaço aberto de área verde	106.336,60m²	20%
público	espaço aberto do sistema viário:	171.640,99	-
público	espaço aberto de área verde:	182,832,74	-

Quadro 7: Quadro da densidade de massa construída a partir do quadro de áreas do loteamento Convida Fase I.

4º Indicador: Forma do traçado, quanto à ventilação

Este parâmetro analisa a forma, orientação do traçado em relação aos ventos predominantes com a densidade de ocupação, para verificar se a malha urbana favorece sua permeabilidade dos fluxos de ventos. Ao analisar uma quadra do loteamento Convida, a partir da simulação do segundo indicador (fig. 35 deste capítulo), constatou-se que a justaposição dos parâmetros urbanísticos e o traçado do projeto resultaram numa qualificação adequada, visto que as ruas sinuosas com média densidade de ocupação permite deflexão dos ventos, distribuindo os fluxos no tecido urbano, favorecendo o conforto térmico.

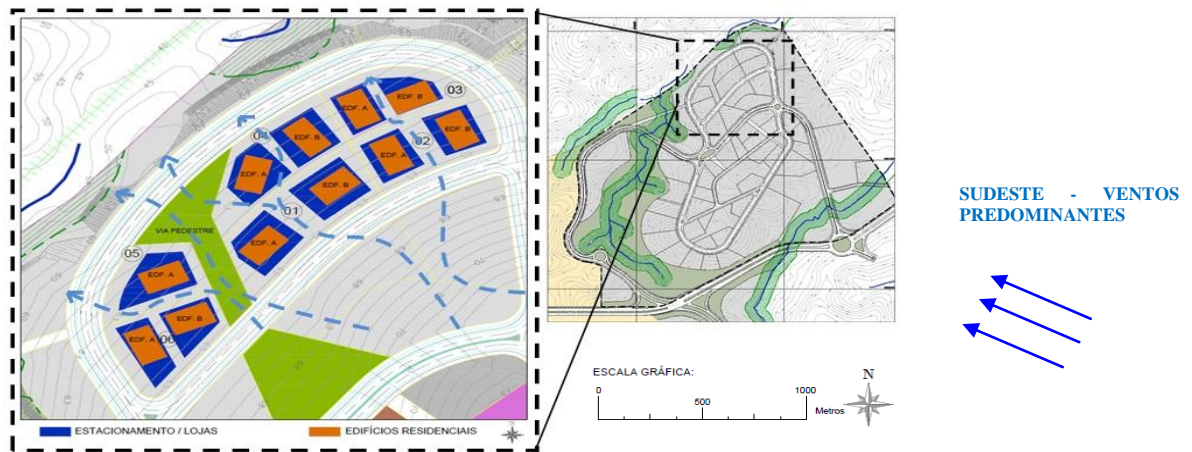


Figura 03: Forma do traçado quando à ventilação (4º indicador)

5º Indicador: *Tamanho e forma do lote* / 6º Indicador: *Influência da forma do edifício, quanto à orientação*

Para estas análises foi considerado um modelo geométrico retangular, implantados de formas distintas, na quadra J1, do loteamento Convida Fase I, dos quais, o primeiro modelo com o lado maior para as ruas e o segundo modelo com o lado menor para as vias. Desta maneira, foi avaliado o tamanho e forma dos lotes, se estes permitiram diferentes formas e implantação das edificações, além de verificar a insolação dos maiores lados das fachadas.

Ao avaliar estes parâmetros, observou-se que as ruas desta quadra estão orientadas no sentido SO – NE. Apesar de não ser o sentido predominante dos ventos, as edificações de ambos os modelos recebem os fluxos de ar, que se distribuem devido à forma sinuosa do traçado urbano. Entretanto, o segundo modelo, cujos lados menores estão orientados para as ruas, permitem maior permeabilidade dos ventos do que o primeiro modelo, sendo, portanto, mais adequado quanto à ventilação. A forma dos lotes é diversificada possibilitando grande variedade de volumetria e orientação das edificações, sendo qualificada como mais eficiente.

Analisando a orientação das edificações quanto à exposição ao sol, a volumetria do modelo 1 (fig. 04) possui fachadas com maiores lados posicionadas no sentido NO – SE, paralela à rua local 2 e 3. As fachadas orientadas no sentido NO, receberá mais insolação no período do tarde, no solstício de inverno, que o sol está mais ameno, portanto, qualificadas como **intermediárias**. As fachadas orientadas no sentido SE receberão mais radiação solar no solstício de verão, no período das manhãs, sendo qualificadas como **intermediárias**.



Figura 04: Modelo 1 (5º e 6º indicador)

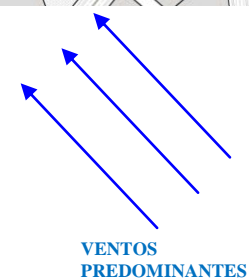
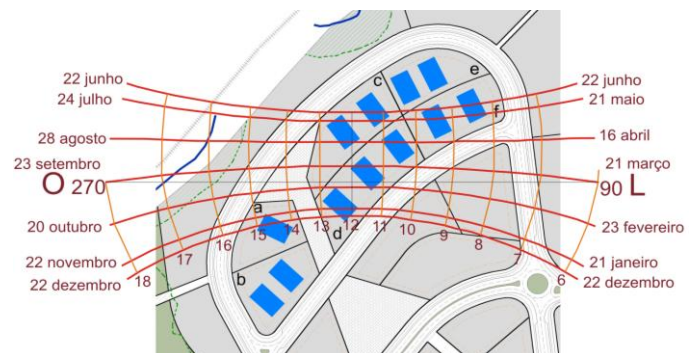


Figura 05: Modelo 2 (5º e 6º indicador)

5. CONCLUSÕES

Através do conhecimento dos princípios bioclimáticos e sua relação com a forma urbana ao projeto de bairros planejados contribui para a valorização da qualidade ambiental nos novos espaços urbanos. O primeiro passo para projetar, com base nesses princípios, é identificar as características locais e suas potencialidades. Os corpos d'água, caso existam na área, devem ter suas faixas não edificáveis aproveitadas para os espaços livres naturais de convívio e lazer.

Valorizar as áreas verdes e permeáveis proporciona maior equilíbrio térmico, filtragem do ar, diminuição da temperatura e aumento da umidade relativa e áreas sombreadas, contribuindo com a qualidade ambiental urbana. As declividades do relevo devem ser preservadas e servirem como elementos norteadores para o traçado urbano, assim como a orientação, verificando os ventos predominantes e os lados de maior incidência solar. Um traçado sinuoso, associado a uma baixa ou média densidade, permite maior permeabilidade dos fluxos de ventos no recinto urbano. Loteamentos, cujas parcelas possuem tamanhos e formas diversificadas, permitem volumetrias com diferentes alturas e formas e distintas implantações no lote. Essa diversidade da volumetria favorece o conforto ambiental, em termos de ventilação, devido à rugosidade e à porosidade, e de sombreamento, desde que haja um distanciamento adequado entre as edificações, que permita a permeabilidade dos fluidos de ventos. Associar os afastamentos laterais e de fundos às alturas, assim como, os afastamentos frontais com a largura das vias, permite edificações com alturas iguais ou aproximadas às distâncias entre elas, possibilitando que os ventos circulem e minimizem os efeitos da forte radiação que ocorre em locais de clima tropical quente e úmido.

De forma geral, o projeto do loteamento Convida FASE I valorizou as áreas verdes aproveitando de forma satisfatória as potencialidades naturais do lugar. O desenho urbano favoreceu bastante a permeabilidade dos ventos, com suas ruas sinuosas, construindo massas construídas orgânicas. Os lotes possuem dimensionamentos largos com tamanhos diversificados que possibilita uma variedade de edificações com tamanhos distintos. As variedades nas formas dos volumes edificados contribuem para uma melhor porosidade e rugosidade no recinto urbano.

Apesar das contribuições dos estudos nesta seara, os princípios do urbanismo bioclimático ainda não fazem parte do processo de concepção e planejamento das leis urbanísticas nem dos projetos urbanos, usualmente, deixando lacunas e fragilidades na tentativa de ações mais concretas.

A intenção e a necessidade em planejar cidades mais sustentáveis com maior qualidade ambiental necessitam de conhecimento da relação entre as características físico-ambientais e climáticas com a composição urbana. Compreender como os fatores e elementos climáticos atuam num ambiente construído contribui para as primeiras diretrizes para um projeto mais eficaz, em termos ambientais. Atualmente, há diversos autores que esclarecem esta relação, como os que foram mencionados neste trabalho, no intuito de facilitar um melhor entendimento e trazer a tona reflexões da importância em aplicar tais princípios no processo do planejamento urbano. Este conjunto de indicadores contribui não apenas para avaliar um projeto de loteamento, mas para orientar o processo de concepção.

Portanto, este trabalho torna-se de grande relevância para um planejamento urbano mais eficiente, do ponto de vista ambiental, por proporcionar uma perspectiva da importância da qualidade bioclimática para um projeto de bairro planejado, além de apresentar como os princípios bioclimáticos podem contribuir para uma melhor qualidade e conforto do ambiente construído, através dos indicadores de qualidade bioclimática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORBA, Ana Clara B. S. **Admirável Bairro Planejado: indicadores bioclimáticos para loteamentos**. Recife: Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Urbano – UFPE, 2014.
- FREITAS, Ruskin. **Entre mitos e limites: as possibilidades do adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2008.
- HIGUERAS, Esther. **Urbanismo bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, 2006.
- LAMAS, José M. Ressano Garcia. **Morfologia urbana e desenho das cidade**. Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.
- MASCARÓ, Juan Luis. **Loteamentos Urbanos**. Porto Alegre: J. Mascaró, 2005.
- OLGYAY, Victor. **Arquitetura y clima**. Barcelona: Gustavo Gili, 2010.
- OLIVEIRA, P. M. P. **Cidade apropriada ao clima: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 1988.
- ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Pro-editores, 2000.
- SILVA, V. G. **Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 47-66, jan./mar. 2007.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPQ pelos recursos financeiros aplicados no financiamento do projeto