

Conjunto para habitação social com princípios bioclimáticos para o município de Governador Valadares, MG

Social housing design with bioclimatic principles for the municipality Governador Valadares, MG

Ana Paula de Almeida Rocha

Laboratório de Conforto Ambiental, UFSC
anarocho_arq@yahoo.com.br

Eleonora Sad de Assis

Laboratório de Conforto Ambiental, UFMG
eleonorasad@yahoo.com.br

Simone Q. S. Hirashima

Laboratório de Conforto Ambiental, UFMG
simoneqs@yahoo.com.br

Resumo

Este artigo apresenta a aplicação de conceitos da arquitetura bioclimática em um projeto para habitação social concebido para o município de Governador Valadares-MG, para o qual foram propostas tipologias distintas de habitação e áreas de uso comum. Objetiva incentivar a promoção de projetos mais racionais do ponto de vista energético, os quais sejam economicamente viáveis em longo prazo, confortáveis para seus habitantes e adequados ambientalmente. Além dos princípios bioclimáticos, foram utilizados conceitos da engenharia simultânea para direcionar as decisões de projeto de maneira simultânea e interligada. O desenho urbano e as edificações foram projetados considerando as especificidades locais como o clima quente e úmido, o relevo acidentado, e a existência de um curso d'água no terreno, dentre outros condicionantes projetuais. O ordenamento considerou os cálculos de declividade do terreno, das densidades populacionais e da proporção entre a área construída, livre e arborizada. Também foram respeitadas as normas de circulação e de acessibilidade urbana. Na fase de pré-projeto, o uso das tabelas de Mahoney foi fundamental para determinar as principais diretrizes climáticas do desenho urbano e das edificações. A declividade do terreno natural foi avaliada a partir de um programa computacional – ArcMap, que gerou mapas temáticos. A execução de maquete física do terreno auxiliou também nos estudos de ventilação e insolação, realizados, respectivamente, em túnel de ventos e heliodon. As necessidades sociais foram respeitadas baseando-se em um levantamento do padrão familiar e social da cidade. Além disso, os materiais e as técnicas construtivas foram escolhidos conforme as características locais. De uma área total de 5 hectare, 64% foi parcelada em lotes; o restante foi destinado ao sistema de circulação, à implantação de equipamentos comunitários e aos espaços livres. Foram propostas quatro tipologias distintas de habitações.

Palavras-chave: Habitação de interesse social, Conforto Ambiental, Eficiência Energética.

Abstract

This article presents the application of concepts of bioclimatic architecture in a project for social housing designed for the city of Governador Valadares, Minas Gerais, which were proposed for different types of housing and common areas. Objective: Encourage the promotion of projects more rational from the point of view of energy, which are economically viable in the long term, comfortable for its inhabitants and environmentally appropriate. The method adopted can be a contribution to meeting the requirements of sustainability, such as the efficient use of natural resources, energy conservation and social equity. The work breaks with the traditional design and concurrent engineering proved to be an effective procedure in the design of more rational and sustainable projects.

Keywords: Social housing, environmental comfort, energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil, responsável pelo enorme ambiente construído em que se vive, é o principal consumidor de recursos naturais, materiais e energia. O consumo atual destes recursos vem aumentando com o desenvolvimento econômico e crescimento da população, provocando graves desequilíbrios ambientais e deterioração da qualidade de vida das populações, principalmente nos países em desenvolvimento. O uso indiscriminado dos recursos naturais e energéticos e os impactos resultantes do seu consumo podem comprometer fortemente o desenvolvimento e o progresso sócio-econômico mundial.

No caso brasileiro, a pobreza foi diretamente relacionada aos problemas ambientais, sendo que sua manifestação mais visível é a condição da habitação (ASSIS et al, 2007). Segundo os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o déficit habitacional brasileiro atingiu, em 2010, 5,8 milhões de moradias em todo território nacional.

O sistema construtivo convencional normalmente não considera os impactos relacionados ao processo de produção das cidades, que ocorrem principalmente através da ocupação de áreas naturais, do consumo de recursos materiais e energéticos e da produção de resíduos. Entretanto, é necessário adotar medidas e critérios que busquem soluções menos impactantes a partir de uma perspectiva integrada e sustentável para todo o processo de produção das edificações. A adoção desses critérios se faz ainda mais necessário para habitações de interesse social, como uma forma de erradicar a informalidade e a autoconstrução que muitas vezes ocorrem de maneira desordenada e degradantes ao ambiente – natural e construído, bem como permitir o desenvolvimento de moradias de melhor qualidade, que atendem aos critérios de habitabilidade e conforto.

A participação das edificações (setor residencial, comercial e público) no consumo total de energia elétrica vem crescendo consideravelmente devido à maior facilidade de produção e distribuição de energia proporcionada pelas novas tecnologias e acesso aos bens materiais pela população brasileira. Em 2009, estima-se que 47,60% da energia elétrica total foi consumida pelas edificações, sendo 24%

pelo setor residencial. Grande parte dessa energia consumida é destinada a geração de conforto aos habitantes e o desperdício pode ser grande em sistemas operacionais tais como condicionamento de ar e iluminação. Esses usos finais nos edifícios também são diretamente relacionados ao tipo de arquitetura e a ocupação do espaço, dessa forma, faz-se necessário integrar o projeto de arquitetura às questões ambientais para minimizar a necessidade de equipamentos e conseqüentemente reduzir o consumo de energia.

Na década de 1960, o movimento ambiental começou a ter um papel destacado e as primeiras ações considerando uma atitude ambiental mais consciente começaram a ser exploradas em muitos campos. Em 1963, o termo bioclimático foi usado pela primeira vez por Victor Olgyay, que desenvolveu uma carta que relacionava dados climáticos aos limites do conforto térmico, para identificar estratégias do projeto (OLGYAY, 1973). Dessa maneira, a bioclimatologia relaciona o estudo do clima (climatologia) aos seres humanos. O projeto bioclimático é uma abordagem que tira vantagens do clima através da aplicação correta de elementos de projeto e de tecnologia para controle dos processos de transferência de calor. Conseqüentemente, este controle contribui para conservação de energia, assim como para assegurar condições confortáveis nos edifícios (MACIEL, 2006).

Entretanto, apesar já detectada a vantagem de integrar conceitos bioclimáticos ao projeto arquitetônico em alguns trabalhos, ainda há dificuldade considerável pelos projetistas em sua aplicação no processo projetual. Para existir um real emprego dos conceitos, inicialmente, a arquitetura bioclimática não mais deve ser vista como uma coleção de equipamentos e tecnologias adicionais, e se tornar verdadeiramente parte do partido projetual. Para isso, os processos de análise pré-projeto, produção de projeto e avaliação pós-projeto devem ocorrer simultânea e constantemente.

Nesse sentido, este trabalho pretende apresentar a aplicação de conceitos da arquitetura bioclimática e engenharia simultânea em um projeto para habitação social concebido para o município de Governador Valadares-MG, para o qual foram propostas tipologias distintas de habitação e áreas de uso comum, como forma de criar um ambiente

construído de qualidade.

2. OBJETIVO

Incentivar a promoção de projetos mais racionais do ponto de vista energético, economicamente viáveis em longo prazo, confortáveis para seus habitantes e adequados ambientalmente, por meio da exemplificação de desenvolvimento de um projeto para habitação social concebido para o município de Governador Valadares-MG.

3. MÉTODO

Neste tópico serão apresentadas as etapas processuais para o desenvolvimento do projeto para habitação social de forma simplificada. As principais etapas foram: levantamento de dados (perfil urbano e social; normas e legislações urbanas e de edificações); Estudos do terreno e bioclimáticos (topografia, microclima, diretrizes de projeto); e projeto (projeto arquitetônico final, e indicação de elementos arquitetônicos e materiais).

Entretanto, é preciso ter em mente duas questões relevantes no que diz respeito ao processo projetual da arquitetura bioclimática. Primeiramente, não existem estratégias pré-definidas e rígidas para construção sustentável, pois cada edificação tem um uso diferente, feita para usuários com necessidades distintas e localizada em condicionantes diversas de clima e disposição de recursos naturais. Além disso, a realização das várias fases de um projeto deve ocorrer interativamente, e na realidade, deve envolver profissionais de diferentes especialidades desde o início até o fim do projeto com o objetivo de redução do tempo total e melhoria da qualidade do desenvolvimento.

Portanto, a combinação simplória de estratégias bioclimáticas não garante de se chegar ao objetivo. Para prover os critérios básicos da construção sustentável faz-se necessária uma análise aprofundada das variáveis envolventes, considerando os aspectos de planejamento e técnica construtiva.

3.1. Levantamento de dados

Como fontes de informações, foram utilizados principalmente dados estatísticos censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, arquivos climáticos e públicos. Os dados levantados no IBGE (Censo 2000) relacionam-se às características da população (idade, sexo, renda), distribuição da população, densidade demográfica e

da moradia como número e estado das moradias, número de cômodo e infraestrutura (água, luz, esgotos). Os arquivos climáticos foram oriundos das Normais Climatológicas. E os arquivos públicos obtidos na prefeitura local foram o levantamento topográfico do terreno e as leis urbanísticas e de edificações específicas para a cidade.

3.2. Estudos do terreno e bioclimáticos

Nesta etapa são apresentadas as primeiras etapas para incorporar conceitos bioclimáticos no projeto do empreendimento, colocando, assim, a análise de variáveis territoriais e climáticas como partido arquitetônico. Para isso, foram utilizadas diversas ferramentas classificadas como geradoras que interpretaram os dados locais e climáticos orientando a tomada de decisão.

Para análise do terreno foram gerados mapas hipsométricos, de declividades e de escoamento superficial de águas pluviais com indicação das linhas de drenagem através do programa computacional ArcMap. Para o tratamento das informações climáticas em um formato aplicável a arquitetura, ou seja, estabelecendo estratégias de projeto, foram utilizadas as tabelas de Mahoney e a Carta Bioclimática como ferramentas complementares.

A metodologia tradicional de Mahoney propõe um sistema que, a partir dos dados climáticos do local, pode ser obtido uma caracterização climática por meio de tabelas. Como saída, obtém-se recomendações para os croquis e para os elementos do projeto arquitetônico, como traçado, espaçamento, aberturas, paredes e telhados.

A Carta Bioclimática foi construída sobre o diagrama psicrométrico, que relaciona temperatura do ar e a umidade relativa. Esses dados são plotados diretamente sobre a carta onde são identificadas nove zonas de atuação na carta: conforto, ventilação, resfriamento evaporativo, massa térmica, ar condicionado, umidificação, aquecimento solar passivo, aquecimento artificial.

Além disso, a execução de maquete física do terreno auxiliou também nos estudos de ventilação e insolação específicos para o terreno, realizados, respectivamente, em túnel de ventos e heliodon.

3.3 Projeto arquitetônico

O processo de tomada de decisão de projeto foi feita a partir dos dados levantados e das análises bioclimáticas e do terreno e procurou seguir o conceito de arquitetura como um processo circular: a idéia é esquematizada, rascunhada, reconsiderada,

e retrabalhada, voltando repetidas vezes ao mesmo ponto, buscando sempre ter uma visão global e específica do projeto conjuntamente. Como resultante disso, tem-se o projeto (forma, estrutura e função) pensado em termos de sustentabilidade.

4. RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados do trabalho. Inicialmente, serão caracterizadas as peculiaridades do lugar de projeto; em seguida, os estudos de terreno e bioclimáticos voltados para a produção arquitetônica; e por fim, os projetos urbanísticos e arquitetônicos.

4.1. Levantamento de dados: caracterização do lugar

Governador Valadares (Minas Gerais) situa-se em área privilegiada da bacia do Rio Doce e possui uma área de 2.335,40 m² (Figura 2). A localização geográfica da cidade no leste mineiro (Figura 3) propicia as correntes migratórias de famílias da região do nordeste e regiões vizinhas, através da rede ferroviária e rodoviária (rodovias Rio Bahia – BR 116, BR 259, BR 451 e BR 381). Estas famílias migrantes se concentram nas periferias às margens das BR, principalmente a BR 116. Nestes locais periféricos, as famílias constroem casas sem infraestrutura, pela falta de emprego e recursos financeiros, fazendo aumentar a camada de famílias miseráveis e bolsões de pobreza, expostas à vulnerabilidade sócio-econômica e risco social.

O déficit habitacional na cidade de Governador Valadares é um problema evidente, sendo que em

2000, a deficiência era equivalente a 6.447 moradias na cidade, e 249 na região rural. Quanto à infraestrutura, as estatísticas eram ainda piores, sendo que 3.190 casas não possuíam banheiro, e 9.023 não apresentavam rede de água e esgoto, além de um sistema viário inadequado. Segundo dados da Prefeitura de Governador Valadares, hoje existem cadastradas 5.040 famílias que solicitam moradias.

A trajetória histórica da política habitacional de GV mostra que desde a construção da cidade, o poder público local e a comunidade utilizam as áreas públicas institucionais e verdes como solução para os problemas habitacionais. As ocupações e invasões se fizeram freqüentes pelo preço elevado dos terrenos, dos materiais de construção e dos aluguéis e pela existência de lotes urbanos vagos. Os lotes foram distribuídos sem critérios técnicos e sem infraestrutura, ocasionando outros problemas pela ocupação e invasão da área em regiões alagadas, erodidas, de alta declividade e sem saneamento básico, colocando em risco a saúde e a vida da população.

4.1.1. Aspectos climáticos da cidade de Governador Valadares

Em Governador Valadares (latitude: 18°51'_S, longitude: 41°56'_W, e altitude: 148 m), os dados climáticos são lidos na Estação Principal de Governador Valadares, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no aeroporto local. Os valores mensais, média de 30 anos, das temperaturas mínima, média e máxima; do brilho solar, da chuva e da umidade relativa estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Valores normais das temperaturas mínima, média, máxima; insolação, precipitação total e umidade.

Parâmetro	Meses												Ano
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Temperatura mínima (°C)	20	20	20	19	17	15	15	16	17	19	20	20	18
Temperatura média (°C)	27	27	26	25	23	22	22	23	25	25	25	26	25
Temperatura máxima (°C)	32	33	31	30	28	27	27	29	29	29	30	30	30
Brilho solar (h)	6	6	6	6	6	5	4	5	5	4	4	5	5
Chuva (mm)	204	109	118	69	28	19	12	16	37	103	202	198	1114
Umidade relativa (%)	77	75	74	77	76	77	76	69	71	74	78	79	75

A cidade caracteriza-se por possuir clima tropical quente e úmido, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média do ano é 25°C, variando de 22°C (junho) a 27°C (fevereiro). Apresenta razoável

radiação solar direta, com insolação diária média de 5h; também apresenta bom índice pluviométrico, num total de 1.114 mm anuais. De acordo com estes dados, Governador Valadares possui um elevado

potencial para aproveitamento da energia solar. Por outro lado, o aproveitamento da energia eólica (ventos) possui baixo potencial na região, pois a velocidade diária média dos ventos é de 0,6m.

4.2 Análise do terreno do empreendimento

O terreno escolhido localiza-se nas proximidades dos bairros da Penha, Vila União e Distrito Industrial, na porção sudoeste da cidade (ver Figura 1) e faz parte do Plano Local de Habitação de Interesse Social da Prefeitura do município de Governador Valadares.

A escolha dessa região se deu principalmente por esta caracterizar-se uma área de expansão no perímetro urbano. O aeroporto da cidade passa por um processo de ampliação e novos projetos de transposição da ferrovia para acesso ao Aeroporto e ao bairro da Penha estão sendo desenvolvidos, gerando novas demandas de infraestrutura e urbanização, o que propicia a qualificação do espaço urbano local.



FIGURA 1 – Terreno do Empreendimento.

Atualmente os acessos à área do empreendimento são realizados pela Estrada de Acesso (principal) e pela Rua 8 do Bairro Penha. O acesso principal – Estrada de Acesso ao bairro Penha – está sendo beneficiado através da implantação da transposição ferroviária para acesso ao Aeroporto e ao bairro da Penha, interligando-os com a avenida JK.

De acordo com IBGE (2000), apesar da pequena área de entorno do terreno, a densidade de ocupação da região é relativamente alta, tendo em média cinco moradores por domicílio. A renda mensal por

domicílio é uma das mais baixas do município, demonstrando assim a necessidade social de intervenção urbana.

4.2.1 Aspectos ambientais do terreno

A área do terreno possui uma nascente intermitente (Figura 2), caracterizada pelo afloramento do lençol freático na parte baixa do terreno que resulta em pequeno fio d'água e terreno brejoso, denotando uma área de maior significância ambiental. A água se infiltra no solo novamente antes de atravessar a Estrada de Acesso ao Bairro da Penha, não existindo no local nenhum bueiro para transposição da mesma. A água proveniente da nascente, por ser em pequeno volume e intermitente, não serve de abastecimento para a população adjacente e por estar dentro da malha urbana já recebe impactos consideráveis.

O terreno encontra-se degradado, possuindo apenas algumas espécies vegetais típicas nas proximidades da nascente. Não existe vegetação arbórea significativa, apresentando basicamente pastagens e unidades arbóreas isoladas.

A declividade no interior do terreno é relativamente baixa, tendo alguns trechos de mesma altimetria. Entretanto, por caracterizar em um local de fundo de vale, as porções a norte e a sul possuem acentuações nas suas declividades, o que pode aumentar a velocidade de escoamento das águas pluviais, caso não exista uma proteção vegetal admissível. A Figura 3 apresenta mapas de declividade do terreno.

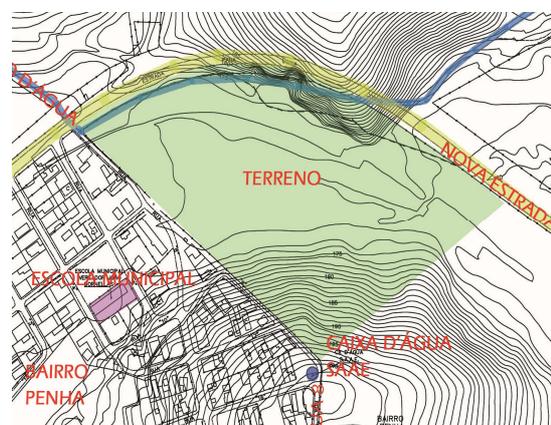


FIGURA 2 – Topografia e entorno imediato.

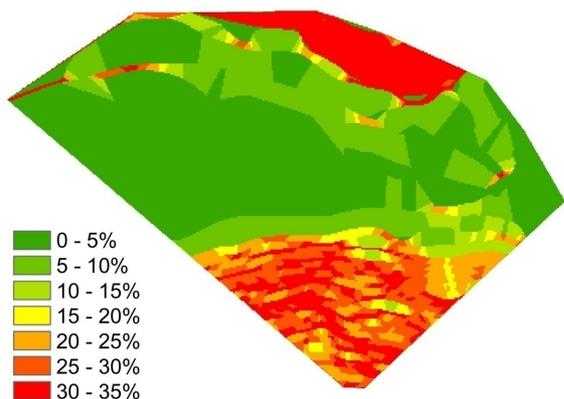


FIGURA 3 – Mapa de declividade do terreno.

4.3 Estudos bioclimáticos

Os estudos bioclimáticos permitem uma melhor adequação climática e ambiental do conjunto habitacional para a cidade. Para esta análise foram conjugados os resultados das tabelas de Mahoney e a Carta de Givoni.

De acordo com as Tabelas de Mahoney, as principais recomendações arquitetônicas foram as seguintes: construções leve e de baixa inércia térmica orientadas segundo eixo leste-oeste a fim de diminuir a exposição ao sol; grandes espaçamentos para favorecer a penetração do vento, e grandes

aberturas protegidas da insolação direta e que garantem circulação de ar permanente.

A análise pela Carta de Givoni (Figura 4), utilizando dados das normais climatológicas, apresentou resultados semelhantes às tabelas de Mahoney. Nos meses de verão, poucas horas de conforto são atingidas; e como principal estratégia indica-se a ventilação. Por outro lado, em torno de 50% das horas dos meses de inverno se encontram na zona de conforto, e como recomendações são dadas ventilação e aquecimento passivo.

A partir da análise climática simultânea pela carta de Givoni e Tabelas de Mahoney, definiram-se sombreamento e ventilação natural como as principais diretrizes para proporcionar conforto ambiental por dissiparem o calor acumulado na envoltória e promoverem o resfriamento fisiológico dos usuários.

Diante da necessidade de ventilação, foi feito um estudo do terreno utilizando a maquete física e túnel de ventos para caracterização dos ventos (ver Figura 5). Como a área se caracteriza como um fundo de vale, o percurso e a velocidade dos ventos apresentaram-se bastante favoráveis, de forma a potencializar a ventilação natural.

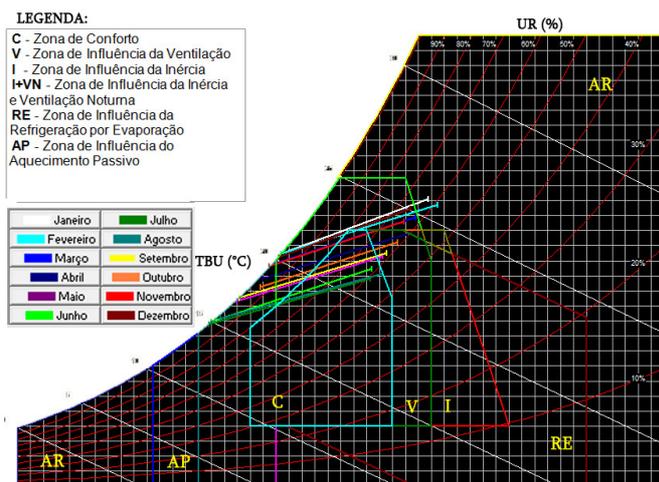


FIGURA 4 – Carta de Givoni de Governador Valadares.



FIGURA 5 – Estudos no túnel de ventos.

4.4 Desenho urbano

O desenho urbano foi traçado levando em conta as especificidades do terreno, onde o ordenamento do espaço foi definido pela relação entre a área construída, livre e arborizada, os padrões de circulação, as densidades, os domínios públicos e acessibilidade.

Para a definição exata do número de moradias implantadas foi feita um estudo de viabilidade econômica, levando em conta os aspectos ambientais e a qualidade de vida urbana. De acordo com Mascaró (1985), o ideal para adensamento urbano é em média de 50 a 70 moradias por hectare para que os custos de urbanização seja razoavelmente constantes. Nesse sentido, foi possível um adensamento de 60 famílias por hectare, o que totaliza 228 famílias no conjunto.

Como o terreno possui uma grande porção de área com baixa declividade, foi escolhido o modelo ortogonal para o traçado urbano, por ser mais adaptável a espaços de baixa declividade, permitir maior taxa de aproveitamento e por ser mais racional e econômico. Do total de área parcelada, 64% foram destinadas a lotes para as habitações.

A implantação do sistema viário respeitou as curvas de nível, atingindo inclinação máxima de 9%. As vias principais foram projetadas na direção dos ventos predominantes, favorecendo sua canalização.

Para as moradias unifamiliares, o dimensionamento e formato dos lotes foram trabalhados de maneira a se obter o melhor aproveitamento possível, tanto no aspecto econômico quanto ambiental. Dessa maneira, foi destinada a menor área possível de acordo cada tipologia arquitetônica proposta. Foi desenvolvido o formato quadrado para os lotes com intuito de permitir a rotação das edificações para o melhor aproveitamento das orientações mais favoráveis.

Além disso, os lotes foram projetados com divisas descontínuas facilitando a passagem dos ventos entre as edificações, também desalinhadas (ver Figura 6).

Os edifícios multifamiliares foram implantados nas encostas pela facilidade de implantação mais

adequada a topografia e por ser mais viável economicamente.

Para a área institucional, foi prevista uma área de mercado, junto com a horta coletiva. Além disso, a partir do levantamento da área do entorno, foi detectada a deficiência na região para unidades de saúde, dessa maneira é prevista a instalação de um posto de saúde para atender a comunidade local.



FIGURA 6 – Lotes quadrados e desalinhados.

Os espaços residuais foram destinados ao uso público e neles implantadas praças que atendem a públicos de diferentes interesses e faixas etárias. As praças e os espaços públicos possibilitam uma apropriação maximizada da área do conjunto, formando espaços de encontro e lazer.

Foram espalhadas áreas verdes por todo o conjunto para melhorar a qualidade ambiental e climática. A vegetação tem menor capacidade calorífica e condutibilidade térmica que os materiais dos edifícios, o que ajuda na absorção de parte da radiação e dependendo do porte, atua como elemento de sombreamento. Um parque linear foi implantado junto ao curso d'água, sendo previsto o plantio de vegetação típica da região de médio e grande porte. Nas quadras das moradias horizontais, foram implementadas árvores de médio e alto porte na porção norte, para proteção das fachadas orientadas a norte; e os postes foram instalados na porção sul da quadra junto a vegetação de pequeno porte, devido a baixa incidência solar direta e compatibilização da arborização e sistema de energia elétrica (ver Figura 7). E por fim, na região mais íngreme do terreno foi implantado um bosque

fechado com o plantio de vegetação local para proteção das encostas.



FIGURA 7 – Implantação do conjunto habitacional e detalhe das ruas.

4.5 O projeto arquitetônico

Foram propostas 4 tipologias de habitações, sendo 3 delas horizontais (ver Figuras 8,9,10 e 11). As tipologias distintas foram desenvolvidas para criar certa heterogeneidade da área e permitir a individualidade de cada moradia. As habitações

foram desenvolvidas para a família que compõe o déficit da cidade na faixa de 3 salários mínimos (4 pessoas), tendo uma área média de 46 m².

Será apresentada uma análise mais aprofundada dos sistemas construtivos e especificações da unidade unifamiliar, sendo que as outras procuraram repetir o padrão básico.



FIGURA 8 – Unidade unifamiliar.



FIGURA 9 – Unidade 2 famílias.



FIGURA 10 – Unidade 4 famílias.



FIGURA 11 – Edifício vertical.

A planta-base é compacta e em formato quadrado (ver Figura 12). Buscou-se garantir privacidade entre os ambientes, ou seja, entre a parte social e íntima da moradia, introduzindo paredes internas para criar uma circulação para os quartos. O pé-direito é alto – 3 m – indicado aos climas quentes e úmidos. A disposição dos ambientes molhados a sotavento evita a dispersão do vapor e odores produzidos no

banheiro, na cozinha e na área de serviços para os demais ambientes.

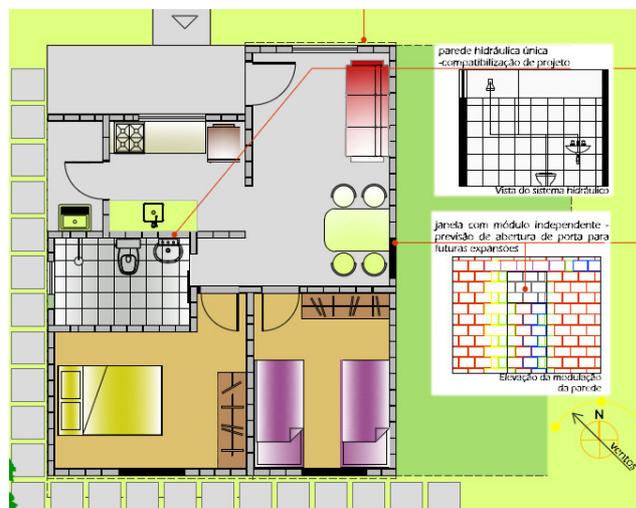


FIGURA 12 – Planta da tipologia unifamiliar e detalhes.

Para ampliação, foi previsto a abertura de uma porta para futuras expansões a partir da demolição da janela lateral da sala que possui módulo independente (ver detalhe Figura 12).

O sistema construtivo modular de blocos estruturais em cerâmica vermelha foi empregado a partir de levantamento de materiais produzidos na própria cidade e de baixo custo, evitando o transporte por longas distâncias e busca de mão de obra fora. O bloco em cerâmica possui bom desempenho térmico e energético.

Na especificação do material buscou-se baixo custo e adequação. Para laje, escolheu-se pelas pré-moldadas pela facilidade de construir e por ser produzida em abundância. Para a cobertura, foi priorizada a telha cerâmica. Para a estrutura do telhado, foi prevista a madeira certificada. Foi especificado para o piso o cimento queimado, revestimento barato e impermeável. Para as paredes internas, reboco e pintura de cor clara para maximização do aproveitamento da iluminação natural. Para as paredes externas, reboco e pintura de cor branca com moldura colorida nas janelas. A cor branca, por ser refletiva, absorve menos calor. As áreas molhadas foram revestidas com cerâmica, pela característica impermeável e facilidade de limpeza. As esquadrias especificadas foram as pivotantes ou basculantes, que garantem melhor captação de ventos. Buscando racionalização das instalações

hidráulicas foi proposta uma única parede hidráulica, pela economia de tubulações e facilidade de manutenção (ver detalhe da Figura 12). Cada moradia terá sua própria caixa d'água, medida que contribui para a economia de água.

Como a cidade possui boa radiação solar, um sistema de aquecimento de água por meio de coletores solares foi previsto como mecanismo de economia de energia. O sistema foi instalado na cobertura voltada para o norte geográfico, permitindo a máxima exposição dos coletores ao sol durante o ano.

Baseando nas análises pré-projetuais, a ventilação mostrou-se como principal estratégia bioclimática para o clima de Governador Valadares. Sendo assim, foi previsto um sistema de ventilação natural permanente através da colocação de uma fiada de bloco cerâmico na horizontal, de modo que a abertura feita pelos furos permita a ventilação cruzada (ver Figura 13).



FIGURA 13 – Sistema de ventilação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade urbana foi discutida no trabalho pela inter-relação entre questões ambiental, social e econômica, e as novas abordagens propõem efetivamente proteger e defender não só a qualidade ambiental, mas também de forma integrada a qualidade de vida de seus habitantes. Além da sustentabilidade urbana, o projeto proposto teve por objetivo atender as condições de conforto no interior das edificações, proporcionando assim melhores condições de habitabilidade para os usuários. O conforto ambiental foi apresentado a partir de estudos climáticos do local, tais como ventilação, iluminação natural, umidade e temperatura ainda na fase de pré-projeto. Para a concretização do projeto, o compartilhamento de

informações entre as diversas funções envolvidas foi fundamental num determinado desenvolvimento. E para isso, foi indispensável promover a formação de grupos multidisciplinares e fomentar a comunicação entre os departamentos envolvidos no processo do projeto.

Referências Bibliográficas

ASSIS, E. S.; PEREIRA, E. M. D.; SOUZA, R. V. G. de; DINIZ, A. S. A. C. Habitação social e eficiência energética: um protótipo para o clima de Belo Horizonte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, II, **Anais...** Vitória: ABEE, 2006. 7 p. CD-ROM.

SILVEIRA, S.Q.; ASSIS, E.S. Habitação social e sustentabilidade: proposta para conjunto na cidade de Formiga, MG. 2000. In: SEMINÁRIO DE HISTÓRIA E TECNOLOGIA DA HABITAÇÃO, II, **Anais...** Itatiba, 2008.

MASCARÓ, J. L. **O Custo das Decisões Arquitetônicas**. São Paulo: Editora Nobel, 1985.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. São Paulo: Pro Editores, 2000.

MACIEL, A. A. **Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto arquitetônico**. 2006. 197 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2006.