

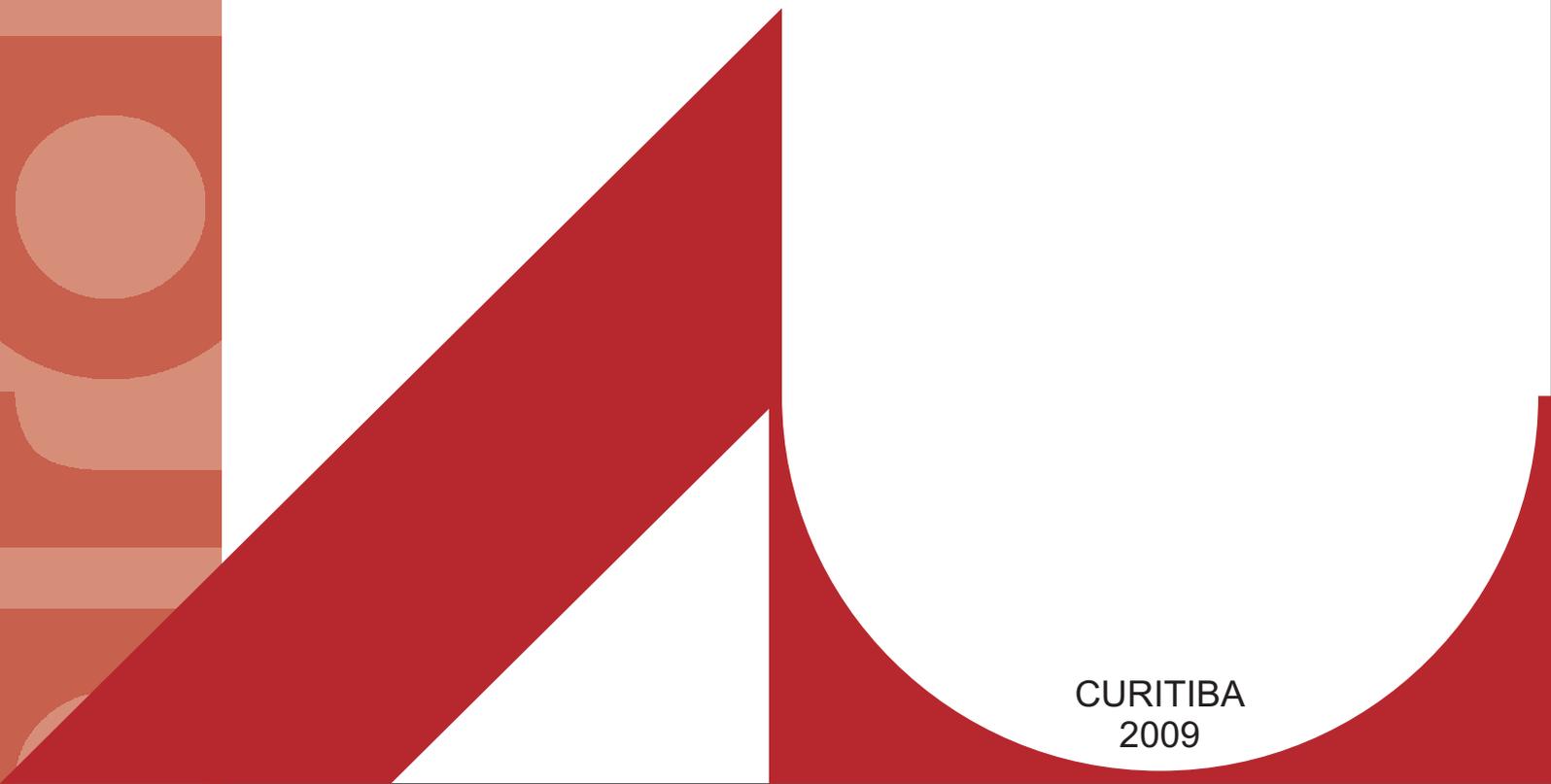


KELEN KEITH HICKMANN ROKUKAWA

EDIFÍCIO RESIDENCIAL SUSTENTÁVEL

Tema Final de Graduação
Curso de Arquitetura e Urbanismo
Universidade Federal do Paraná

Prof. Orientador: Rudnei Ferreira Campos.



CURITIBA
2009



**Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Curso de Arquitetura e Urbanismo**



KELEN KEITH HICKMANN ROKUKAWA

EDIFÍCIO RESIDENCIAL SUSTENTÁVEL

CURITIBA

2009

KELEN KEITH HICKMANN ROKUKAWA

EDIFÍCIO RESIDENCIAL SUSTENTÁVEL

Monografia apresentada à disciplina Orientação de Pesquisa (TA040) como requisito parcial para a conclusão do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

ORIENTADOR(A):

Prof. Esp. Rudnei Ferreira Campos

CURITIBA

2009

FOLHA DE APROVAÇÃO

Orientador(a):

Examinador(a):

Examinador(a):

Monografia defendida e aprovada em:

Curitiba, _____ de _____ de 2009.

Dedico este trabalho a todos aqueles que fizeram parte da minha vida e acompanharam meu percurso até o atual momento. Aos meus pais, Walter Kyoshi Rokukawa, por possibilitar a realização deste sonho e Salete Teresinha Hickmann pelo incondicional carinho e aos meus amigos, que em grande parte do tempo dedicaram-se às minhas ideologias malucas, e por muitas vezes, foram meus braços, pernas ouvidos e boca. À Cíntia Negrão Nogueira, por me colocar no colo sempre que precisei, à Catherine Marie pela amizade nos momentos mais caóticos, a Felipe Moreira pelo companheirismo, a Cassiano Simões pela compreensão e pelo abraço amigo, a André Osna pela paciência e apoio, a Clariano Colemonts pela prestatividade e Eder Faria pelo carinho e solidariedade. Sem eles, minha trajetória no decorrer destes anos, estaria incompleta.

Agradeço este trabalho ao Prof. Esp. Rudnei Ferreira Campos, meu orientador durante o quinto ano de Arquitetura e Urbanismo pelo acompanhamento e paciência para a elaboração da seguinte monografia. Ao Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares por possibilitar meu aprofundamento à respeito da sustentabilidade e Prof. Dr. Aloísio Schmid pelo apoio às minhas pesquisas. Agradeço também a Antonio Castelnou pelo suporte durante o decorrer deste primeiro semestre letivo. Agradeço ao escritório Nelson Mitiru e associados. Em especial, Rafael Takeuchi e Fernando Ramos, que contribuíram profundamente para meu aprofundamento na arquitetura fora do meio acadêmico.

A arquitetura é uma ciência, surgindo de muitas outras, e adornada com muitos e variados ensinamentos: pela ajuda dos quais um julgamento é formado daqueles trabalhos que são o resultado das outras artes.
Marco Vitruvius.

RESUMO

Este trabalho consiste na pesquisa de soluções sustentáveis para edificações de uso residencial como alternativa para ambientes urbanos degradados. As iniciativas brasileiras e metodologias de avaliação internacionais serviram de base para as diretrizes do projeto, em conjunto com a análise da área de intervenção selecionada. O estudo da sustentabilidade e seu impacto na arquitetura, a evolução histórica da tipologia habitacional e a análise de obras correlatas e a interpretação da sustentabilidade na cidade de Curitiba compuseram o desenvolvimento deste presente documento.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	LEGENDA	PÁG.
2.1	Vista interna do Reichstag.....	11
2.2	Insulae em Ostia, Roma.....	12
2.3	Perspectiva do Falanstério de Charles Fourier.....	13
2.4	Vista interna do Falanstério de Charles Fourier.....	14
2.5	Organização espacial da cidade-jardim de Ebenezer Howard.....	16
2.6	Esquema da cidade-jardim de Ebenezer Howard.....	17
2.7	Seção esquemática da cidade-jardim de Ebenezer Howard.....	17
2.8	Residências da Cidade Industrial de Tony Garnier.....	18
2.9	Inmeuble Villa de Le Corbusier.....	19
2.10	Coletores de concentração.....	27
2.11	Sistema passivo direto para aquecimento de água.....	28
2.12	Sistema passivo indireto para aquecimento de água.....	29
2.13	Sistema ativo direto para aquecimento de água.....	29
2.14	Sistema ativo indireto para aquecimento de água.....	30
2.15	Sistema para aproveitamento da água pluvial.....	34
2.16	Sistema de montagem do light wood frame.....	38
3.1	Foto da Casa Eficiente.....	44
3.2	Planta esquemática da Casa Eficiente.....	46
3.3	Estudo de ventos para a Casa Eficiente.....	47
3.4	Detalhe – paredes duplas autoportantes.....	48
3.5	Utilização de materiais locais na edificação.....	49
3.6	Tanque de Zona de Raízes.....	50
3.7	Maquete eletrônica da Cidade Pedra Branca.....	51
3.8	Praça e edifícios da Cidade Pedra Branca.....	52
3.9	Edifícios multifuncionais ao longo do espaço público.....	53
3.10	Residência Universitária na Cidade Pedra Branca.....	53
3.11	Setorização dos principais usos.....	54
3.12	Situação da quadra D – Centro Cultural.....	55
3.13	Planta térrea do Centro Cultural.....	56
3.14	Planta do primeiro andar do Centro Cultural.....	57
3.15	Planta do segundo andar do Centro Cultural.....	58
3.16	Planta do terceiro andar do Centro Cultural.....	59
3.17	Planta do quarto andar da quadra do Centro Cultural.....	60
3.18	Planta de cobertura da quadra D – Centro Cultural.....	61

3.19	Corte do Edifício Centro Cultural.....	62
3.20	Perspectiva do Edifício Centro Cultural.....	63
3.21	Maquete eletrônica da <i>100K House</i> I.S. Architects.....	64
3.22	Implantação esquemática conforme o zoneamento da cidade.....	65
3.23	Plantas do pavimento superior e inferior das casas 100K e 120K.....	66
3.24	Materiais pré-fabricados na <i>100K House</i>	67
3.25	Isolante sobre laje do pavimento térreo.....	68
3.26	Painéis aplicados sobre estrutura de madeira, sem acabamento.....	68
3.27	Cobertura isolante, sistema SIP - <i>Structurally Insulated Panel</i>	69
3.28	Detalhe da parede. Sistema Rainscreen Wall.....	70
3.29	Aplicação do Sistema Rainscreen Wall sobre a <i>100K House</i>	70
3.30	Rainscreen Wall.....	70
3.31	Perspectivas internas da <i>100K House</i>	71
3.32	Fachadas da <i>100K House</i> de Cucinella.....	74
3.33	Corte da <i>100K House</i> de Cucinella.....	74
3.34	Maquete eletrônica da <i>100K House</i> de Cucinella.....	75
3.35	<i>100K House</i> de Cucinella.....	75
4.1	Panorâmica da cidade de Curitiba.....	76
4.2	Mapa das áreas verdes de Curitiba.....	77
4.3	Criação do anel de conservação sanitário-ambiental.....	78
4.4	Sistema de transporte interligado de Curitiba.....	79
4.5	Conexões do transporte público.....	80
5.1	Escala municipal de Curitiba.....	83
5.2	Limites do bairro Rebouças.....	84
5.3	Posto de conveniência abandonado na esquina das Rua João Negrão e Av. Iguaçu.....	87
5.4	Terreno abandonado e edificações degradadas na Av. Iguaçu.....	87
5.5	Edifícios mistos na Av. Iguaçu. Árvores avançam sobre as moradias.	88
5.6	Edifícios abandonados degradados na Av. Iguaçu.....	88
5.7	Edifícios de uso misto junto ao alinhamento predial na Av. Iguaçu.....	89
5.8	Calçamento estreito e paredões Rua Rockefeller.....	89
5.9	Muro da fábrica AMBEV, na Rua Getúlio Vargas.....	90
5.10	Fábrica AMBEV, Esquina das ruas Getúlio Vargas Rockefeller.....	90
5.11	Comércio e trânsito na Rua Getúlio Vargas.....	91
5.12	Sede da Fundação Cultural de Curitiba, na Rua Piquiri.....	91
5.13	Mapa indicador da localização das fotos e topografia do recorte.....	92
5.14	Mapa de tipologias e usos no entorno da área de recorte.....	92
5.15	Equipamentos próximos à área de intervenção.....	93

LISTA DE QUADROS

QUADROS	LEGENDA	PÁG.
2.1	Métodos de Avaliação de Sustentabilidade nos Edifícios.....	39
2.2	Métodos de Avaliação de Sustentabilidade nos Edifícios.....	40
2.3	Métodos de Avaliação de Sustentabilidade nos Edifícios.....	41
2.4	Resumo dos Principais Métodos de Avaliação de Sustentabilidade nos Edifícios.....	42

LISTA DE TABELAS

TABELAS	LEGENDA	PÁG.
2.1	Ênfases dos Diferentes Métodos de Avaliação.....	43
5.1	Percentual da População Economicamente Ativa.....	97
5.2	Gráfico da Variação Anual do Rendimento Médio das Categorias Seleccionadas.....	98
5.3	Rendimento em Salários Mínimos da População do Rebouças.....	98
5.4	Áreas para o Edifício Proposto.....	99

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA	02
1.2 OBJETIVOS	02
1.2.1 OBJETIVO GERAL	02
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	03
1.3 JUSTIFICATIVAS	03
1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA	04
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	05
2 CONCEITUAÇÃO TEMÁTICA	06
2.1 SUSTENTABILIDADE	06
2.2 SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA	08
2.3 HISTÓRIA DA TIPOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	12
2.4 COMPLEMENTAÇÕES TÉCNICAS PARA A SUSTENTABILIDADE.....	22
2.4.1 CONFORTO AMBIENTAL.....	22
2.4.2 ENERGIA SOLAR.....	25
2.4.2.1 COLETOR SOLAR PLANO.....	26
2.4.2.2 COLETOR DE CONCENTRAÇÃO.....	26
2.4.2.3 TIPOS DE SISTEMA.....	27
2.4.2.4 ÂNGULOS DE INCLINAÇÃO PARA COLETORES SOLARES EM CURITIBA.....	30
2.4.2.5 ANÁLISE DOS SISTEMAS MAIS UTILIZADOS NO BRASIL.....	30
2.4.3 ÁGUA.....	32
2.4.3.1 A REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA.....	33
2.4.3.2 SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL.....	34
2.4.4.1 TÉCNICA <i>STEEL FRAME</i> E <i>LIGHT WOOD FRAME</i>	35
2.4.5 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DOS EDIFÍCIOS.....	39
3 ANÁLISE DE OBRAS CORRELATAS	44
3.1 CASA EFICIENTE ELETROSUL. FLORIANÓPOLIS-SC, 2004	44
3.2 URBANISMO SUSTENTÁVEL PEDRA BRANCA – PALHOÇA-SC, 2004... ..	51
3.3 CASA 100K – I.S. ARCHITECTS – FILADÉLFIA-USA, 2008.....	64
4 INTERPRETAÇÃO DA REALIDADE – CURITIBA – PR	76

5 DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO	82
5.1 ASPECTOS DE VIABILIDADE	82
5.2 PROGRAMA DE NECESSIDADES E PRÉ-DIMENSIONAMENTO.....	95
5.4 PARTIDO ARQUITETÔNICO	100
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
7 WEBGRAFIA	105
8 FONTES DE ILUSTRAÇÕES.....	108

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 1960, decorrente das preocupações a respeito dos resultados negativos do crescimento desenfreado e impactos ambientais surgiram as primeiras discussões sobre a preservação do meio ambiente. O ecodesenvolvimento surge como proposta para orientar a interação dos objetivos sociais e econômicos em harmonia com a utilização de recursos.

Na arquitetura, estas preocupações surgiram anos mais tarde, resultado de inúmeras conferências até que, por fim, fosse consolidado o conceito de desenvolvimento sustentável, que coloca em pauta a responsabilidade do arquiteto quanto ao impacto das construções usuais.

Deste modo, a arquitetura mais consciente deve considerar os avanços tecnológicos para minimizar os impactos ambientais e desperdícios energéticos e compreender o ciclo completo dos materiais utilizados em conjunto com as diretrizes de conforto ambiental e a inserção desta no meio cultural. As alterações na sociedade acontecem de maneira a complementar a eficácia da arquitetura sustentável.

Muito embora o termo arquitetura sustentável não possua uma definição e esteja em constante mutação, é possível obter resultados positivos nos projetos que estão sendo construídos no Brasil e no mundo.

A seguinte monografia tem por objetivo a compreensão da evolução tipológica da habitação em edifícios, analisar as obras correlatas e a sua contribuição para o assunto, a fim de servir como base para as diretrizes para a proposta de uma edificação de uso residencial, bem como as metodologias internacionais e equipamentos que compõem o quadro de possibilidades para o aproveitamento de água e energia e o estudo de materiais que possuam menor impacto ambiental.

1.1 Delimitação do tema

Os estudos e pesquisas a respeito do impacto ambiental das construções atribuí ao arquiteto novas responsabilidades. Soluções projetuais mais efetivas podem ser obtidas através do uso consciente dos recursos.

As premissas da arquitetura sustentável são válidas à medida que a melhoria do espaço acontece de maneira conjunta ao meio. O tema proposto surge como uma alternativa para requalificar ambientes urbanos degradados.

Neste contexto, Curitiba possui áreas remanescentes de uma ocupação cujo zoneamento originou a degradação ou o mau uso no bairro Rebouças. A adequação da quadra escolhida para a intervenção visando o uso residencial contribui para a melhoria do espaço dos moradores do bairro.

Em conjunto, acredita-se que as edificações residenciais sustentáveis possam transmitir à população a possibilidade participativa na preservação ambiental, e através desta iniciativa o sistema de habitações sustentáveis torne-se mais usual, à medida que os estudos a respeito do tema são aprofundados.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O seguinte trabalho tem como objetivo propor as diretrizes projetuais da arquitetura sustentável e sua aplicabilidade, através da análise de exemplos nacionais e internacionais, fontes de eficiência energética e recursos renováveis, materiais, funcionalidade, ergonomia e conforto térmico e acústico adequados de maneira a requalificar a área de intervenção escolhida.

1.2.2 Objetivos específicos

- Estudo da história e origem da sustentabilidade, da arquitetura sustentável no Brasil e no mundo,
- Análise da evolução histórica da tipologia habitacional em edifícios.
- Estudo de obras correlatas relacionadas ao tema, de maneira a exemplificar a utilização da sustentabilidade como alternativa projetual eficiente em diferentes casos.
- Análise das tecnologias atuais disponíveis no mercado brasileiro, bem como seu funcionamento e pontos positivos e negativos.
- Caracterização da área de intervenção – legislação vigente, topografia, principais usos e possibilidades para a melhoria da qualidade de vida do espaço urbano.
- Definição do pré-dimensionamento para a área de intervenção proposta e público-alvo potencial de maneira conjunta às diretrizes da sustentabilidade.
- Composição do partido arquitetônico do edifício proposto com base nas análises anteriores.

1.3 Justificativas

As mudanças significativas nos hábitos e valores da sociedade resultaram na necessidade de uma arquitetura que estivesse preparada para adequar-se aos novos valores. As preocupações ambientais na preservação dos recursos afetaram o setor construtivo, e possibilitaram uma gama de possibilidades nas linhas de pesquisas a respeito do assunto.

As pesquisas atuais a respeito da sustentabilidade devem nortear as ações do arquiteto contemporâneo. A temática da sustentabilidade demonstra a responsabilidade sobre os impactos ambientais e melhor aproveitamento dos

recursos. É uma arquitetura mais consciente em que a tecnologia pode contribuir para amenizar os efeitos negativos, e desta maneira, melhorar as condições não apenas no lugar na qual está inserida como também nos hábitos de uma sociedade.

A residência é onde o pensamento arquitetônico encontra a mais íntima ligação do homem ao espaço construído. Ela reflete não apenas os valores de um indivíduo como também os hábitos de uma cultura. O poder de interação do público pode contribuir de forma significativa para a sustentabilidade, na escolha por projetos que compreendam as diretrizes sustentáveis.

1.4 Metodologia de pesquisa

O método de pesquisa utilizado consiste na análise de fontes bibliográficas atuais a respeito do tema sustentabilidade. O tema ainda encontra-se em desenvolvimento no Brasil e no mundo, e portanto, foram selecionadas as fontes confiáveis mais atuais possíveis para o embasamento teórico do trabalho.

Ainda não existem metodologias de avaliação no Brasil, contudo, algumas iniciativas e laboratórios de pesquisa científica possuem diversos estudos que podem contribuir significativamente para a compreensão da sustentabilidade e sua prática no uso residencial.

De maneira a complementar este trabalho, serão analisados três estudos de caso – dois nacionais, um relacionado ao urbanismo e um projeto residencial no estado de Santa Catarina, na cidade de Florianópolis, onde as linhas de pesquisa dos laboratórios nas quais baseiam-se as iniciativas no território brasileiro possuem aplicações práticas mais atuais a respeito do assunto. O terceiro estudo de caso trata de um projeto internacional, situado na Filadélfia, Estados Unidos, que demonstra a possibilidade de tornar a arquitetura sustentável mais acessível ao público geral.

O conjunto de metodologias aplicados nesta pesquisa teve também o apoio do meio acadêmico, contando com a assessoria de professores e pesquisadores que orientaram o seguinte trabalho.

1.5 Estrutura do trabalho

A primeira parte deste documento procura definir o objetivo deste trabalho para a arquitetura.

A segunda parte relata a origem e história das preocupações ambientais que originaram as discussões e propostas acerca da sustentabilidade, bem como a relação da arquitetura com o tema. Em seguida, será analisada a origem histórica da tipologia residencial em edifícios e as principais vertentes que deram origem aos edifícios atuais. Em seguida, serão feitas as complementações técnicas nas quais as pesquisas e iniciativas brasileiras analisam alguns dos materiais e equipamentos sustentáveis quanto ao seu desempenho e aplicabilidade. Serão citadas as metodologias de análise do desempenho das construções residenciais sustentáveis internacionais.

A terceira parte estuda três exemplos da arquitetura sustentável e conduziram para o embasamento das diretrizes de projeto.

A quarta parte trata da interpretação da realidade de Curitiba, Paraná, em especial no que tange à questão urbana sustentável.

A quinta parte explicita-se as diretrizes gerais para a aplicabilidade do edifício residencial. Serão analisados a topografia, infra-estrutura e equipamentos da área de intervenção escolhida e proposto um público-alvo potencial. Com base nestes elementos foi elaborada a tabela de áreas com o pré-dimensionamento para o projeto e por fim, o conjunto destes fatores determinará as diretrizes do partido arquitetônico.

2. CONCEITUAÇÃO TEMÁTICA

2.1 Sustentabilidade

As primeiras preocupações com o meio ambiente são reflexo do crescimento econômico, social e político no final do século XX. De acordo com RATTNER; VEIGA [2008], na década de 1960 surgiram discussões sobre os riscos da degradação de um progresso desenfreado, que resultou na Conferência Sobre o Meio Ambiente em Estocolmo (1972), promovida pela ONU.

O Clube de Roma, fundado em 1968 por Aurélio Peccei e Alexander King, publicou, também no ano de 1972, o relatório elaborado pela equipe do MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), intitulado de Limites do Crescimento (MEADOWS, et al., 1973), em que foram utilizados modelos matemáticos para comprovar que em 100 anos o limite de desenvolvimento do planeta seria atingido e os recursos seriam escassos mesmo considerados os avanços tecnológicos.

De acordo com MONTIBELLER FILHO (1993), nos anos seguintes, o conceito de Ecodesenvolvimento foi introduzido por Maurice Strong, Secretário da Conferência de Estocolmo, e largamente difundido por SACHS (1986), a partir de 1974.

O Ecodesenvolvimento, por SACHS (1986), é definido por: “desenvolvimento endógeno e dependente de suas próprias forças, tendo por objetivo responder à problemática da harmonização dos objetivos sociais e econômicos do desenvolvimento com uma gestão ecologicamente prudente dos recursos e do meio”. Os seis princípios do ecodesenvolvimento são:

- satisfação das necessidades básicas;
- solidariedade com as gerações futuras;
- participação da população envolvida;
- preservação dos recursos naturais e do meio ambiente;
- elaboração de um sistema social que garanta emprego,

- segurança social e respeito a outras culturas;
- programas de educação.

Além do ecodesenvolvimento surgiram outros termos, tais como “desenvolvimento endógeno”, “outro desenvolvimento” e por fim, “desenvolvimento sustentável”.

Segundo o Relatório de Cocoyok, United Nations Environment Programme (UNEP) de 1974, o desequilíbrio demográfico é gerado pela pobreza, e a falta de recursos gera a explosão populacional. É a pobreza que leva a super utilização dos recursos vegetais e a super utilização do solo nos países da África, Ásia e América Latina. Nos países industrializados, o alto consumo de recursos naturais é um dos fatores responsáveis pelo subdesenvolvimento. Há um limite não apenas para o mínimo de recursos necessários para o bem estar do indivíduo, mas também um máximo, BRÜSEKE, F. J. (1993).

O Relatório de Dag-Hammarskjöld veio a complementar o Relatório de Cocoyok, juntamente com a participação de cientistas e pesquisadores de 48 países, a UNEP e treze organizações da ONU. Posteriormente, o Relatório de Brundtland, 1987, também conhecido como “Our Common Future”, fruto do “World Commission on Environment and Development”, também de uma comissão da ONU, resultou, em 1990, em um relatório final, que mais tarde deu origem à Agenda 21 Nacional, oriunda da Eco’92. Segundo o Relatório de Brundtland, “desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”.

A conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento reuniu na cidade do Rio de Janeiro, 35.000 pessoas em junho de 1992, para a discussão da sustentabilidade social e de questões ambientais urbanas. Das discussões desta eco-conferência, o documento intitulado Agenda 21(1992) foi o responsável por estabelecer o comprometimento de cada país a respeito das soluções para os problemas sócio-ambientais.

A busca por novas alternativas à uma qualidade de vida satisfatória em diversos aspectos resultou em discussões inovadoras em todos os campos da ciência e tecnologia. O discurso nas obras de SACHS (1986), defende a abordagem

interdisciplinar de sociólogos, antropólogos, economistas e a interação com os princípios ecológicos.

Com as discussões advindas do Protocolo de Quioto (1992) e a Agenda 21, firmou-se a obrigatoriedade de diversos países de solucionar problemas com a degradação ambiental a partir da ação governamental e seu comprometimento com a redução de poluentes. A aplicação da sustentabilidade seria um dos fatores condicionantes para o crescimento das cidades.

2.2 Sustentabilidade na arquitetura

De acordo com CASTELNOU et al. (2001), a partir da década de 1970 a influência do movimento ambientalista originou duas correntes distintas na arquitetura: a tecnocentrista e a eco-arquitetura.

Ainda segundo CASTELNOU et al. (2001), a corrente tecnocentrista divide-se em arquitetura ecotecnicista (*eco-tech architecture*), vertente da arquitetura high-tech dos anos 1980 para a qual utiliza-se a alta tecnologia para minimizar os impactos ambientais, e a do *ecodesign (green design)*, contemporânea à arquitetura *high-tech*, em que o ciclo de vida dos produtos é estudado para minimizar os impactos da industrialização.

Já a eco-arquitetura, divide-se nas correntes neovernaculares, e fundamenta-se no resgate de práticas tradicionais e artesanais, e a arquitetura sustentável ou ecológica, que prioriza a utilização de materiais renováveis, na geração de energia limpa através da tecnologia disponível, em conjunto com a cultura local.

A eficiência energética nas edificações da arquitetura sustentável compreende o conforto dos usuários e o uso racional de energia, a que faz parte o planejamento estratégico responsável por um menor impacto ambiental. De acordo com MASCARÓ, J.L.; MASCARÓ, L.E.R.(1992) existe um desperdício de energia nas construções que varia de 30 a 50%, devido à falta de controle adequado para a instalação, mau uso e falta de manutenção. O desenho da fachada e a orientação inadequada na arquitetura consomem o adicional de 25 a 45% de energia, e que

apenas 20 a 30% da energia consumida é suficiente para o funcionamento da edificação.

Em alguns países já existe um certificado emitido por organismos de reconhecimento público para a etiquetagem de edifícios comprovadamente sustentáveis. Essa etiquetagem permite que o usuário possa optar por uma arquitetura consciente. Nesta visão, não é mais apenas o arquiteto ou o engenheiro o responsável pela sustentabilidade, quando esta é uma opção acessível a todos. (MEIRINÕ, 2004).

A legislação na França, por exemplo, fez com que o país obtivesse, entre 1973 e 1989, uma economia de 42% no setor construtivo através do uso racional de insumos nas edificações tornando-se modelo para outros países europeus. No Brasil, as preocupações em relação à sustentabilidade são mais tardias do que em países europeus e norte-americanos, pois o sistema de produção de energia elétrica das hidrelétricas, responsáveis por 82,3% da produção de energia elétrica do país, produz menor impacto ambiental em relação às emissões das termoelétricas. Em 2001, os apagões que atingiram grande parte do território brasileiro tornaram evidente a questão da energia elétrica, já que os recursos são finitos, (MEIRINÕ, 2004).

A Agenda 21 (1992) fez surgir um plano de ação internacional em que as políticas públicas eram responsáveis por um desenvolvimento mais sustentável. Um ano após a Eco'92, os paradigmas da sustentabilidade na arquitetura foram discutidos em Chicago no congresso realizado pela UIA. As resoluções apontadas no documento *Declaration of interdependence for a sustainable future* consistiam no compromisso do arquiteto com os impactos sociais, culturais, econômicos e ambientais do projeto (SZABO, 2005).

As considerações projetuais incorporavam todo o ciclo de vida da edificação: preservação da herança cultural e do ecossistema, escolha de materiais recicláveis e reutilizáveis, eficiência energética em fontes alternativas e considerações a respeito da reciclagem ou demolição do edifício, além de enfatizar o uso do transporte coletivo e alternativo. O arquiteto deveria ter também a responsabilidade de informar à população e comunidade local a importância da sustentabilidade para as futuras gerações.

Outra conferência sob influência da Agenda 21, a Cúpula das Cidades, em Istambul, Turquia, organizada pelas Nações Unidas em 1996, estabeleceu um plano de ação global para implementar o tema “Habitação adequada para todos e desenvolvimento de assentamentos humanos em um mundo em urbanização”.

De acordo com o arquiteto YEANG apud SZABO (2005), o projeto ecológico considera as interdependências e conexões de todas as atividades antes, durante e depois da obra executada.

Vale destacar, no entanto, que a definição do que é sustentabilidade ainda não é um consenso. O crescimento das cidades após a industrialização refletiu um caráter arquitetônico que demonstrasse o progresso. Novas necessidades, novos usos e materiais foram incorporados, gerando uma demanda energética muito superior à dos séculos anteriores. A cada década, existem mudanças significativas na necessidade de utilização dos recursos e da energia, sendo necessários novos parâmetros. Outro fator importante é a dificuldade de definir qual o limite máximo de energia que o setor de construções poderia consumir sem comprometer as gerações futuras.

De acordo com COOK apud KRONKA (2002), o processo da busca por uma arquitetura de menor impacto ambiental consiste em níveis de sustentabilidade. No primeiro nível estariam os aspectos técnicos da edificação, tais como a energia, a água, os materiais construtivos. Depois, a inserção no entorno e na comunidade, os impactos ambientais que seriam gerados, o transporte e os poluentes gerados. E por fim, alterações presentes na estrutura da sociedade, agentes modificadores de hábitos e estilos de vida, que formariam uma cultura sustentável; a sustentabilidade como modo de vida.

Para o projeto, é imprescindível a análise dos condicionantes da latitude e topografia em que a arquitetura bioclimática diminua os gastos energéticos através do controle da iluminação, ventilação e ruídos. A mão de obra local deve ter seu uso estimulado, bem como a utilização de energia limpa e renovável, tratamento de água, esgoto e lençóis freáticos, armazenamento de resíduos e água pluvial. A arquitetura deve propor espaços de fácil manutenção e de possível reciclagem ou restauro, e adequar-se à infra-estrutura e planos urbanísticos existentes, bem como

futuros projetos de seu entorno, e nela estimular o coletivo, nos usos e no transporte. Essa arquitetura deve respeitar tradições locais e culturas diferenciadas de cada país.

Ainda segundo SZABO (2005), as considerações projetuais da arquitetura sustentável podem ser observadas nas obras de arquitetos contemporâneos – como exemplo, as obras recentes de Renzo Piano, o Pavilhão de Sevilha, o Tomigaya Tower e diversos livros e obras de Ken Yeang.

Para Norman Foster, a sustentabilidade está não apenas no impacto ambiental, no conforto ambiental e eficiência energética, mas também na ênfase do aspecto humano e cultural. O *Reichstag* possui uma cúpula de forma côncava cuneiforme que utiliza a reflexão dos espelhos para iluminar o interior e um painel móvel impede a penetração do calor solar. À noite, o processo é inverso e a cúpula transforma-se e a luz artificial do plenário é refletida, para “sinalizar aos berlinenses que o Bundestag está trabalhando”. FOSTER apud SZABO (2005), p.17.

A cúpula é responsável também pelas trocas de calor em que o ar quente sobe com o auxílio de ventiladores, que são alimentados por painéis fotovoltaicos. A edificação possui também como fonte de energia óleos vegetais recicláveis, de palmeira e girassol, e a energia excedente é armazenada em um aquífero a trezentos metros abaixo do *Reichstag*, para uso posterior.



Fig.2.1 –Vista interna do Reichstag.
(FONTE: KNOWLEDGE, 2008).

No Brasil, podemos encontrar os princípios da sustentabilidade aplicados em alguns exemplos da arquitetura. Oriundos do Movimento Moderno temos: O Palácio Capanema, antigo Ministério da Educação e Saúde, o edifício-sede do jornal O Estado de São Paulo, o edifício Itália, o edifício do Banco Sul Americano do Brasil, e em exemplos atuais como a Rede de Hospitais Sarah Kubitschek do arquiteto João Filgueiras Lima.

2.3 História da tipologia das edificações residenciais

Segundo MIRA (1992), as primeiras *habitações em linha* são oriundas de Roma. As habitações organizavam-se lado a lado, mas não relacionavam-se umas com as outras, e não consolidavam complexos habitacionais. Esta tipologia habitacional denominada *Insulae* era realizada por empresários com a finalidade de lucro. As unidades não possuíam pátio interno, e os blocos compactos possuíam uma única fachada aberta ao exterior, e o pavimento térreo, em grande parte, era comercial.



Fig.2.2 –Insulae em Ostia, Roma.
(FONTE: CAED, 2009).

O que conhecemos como condomínios, para COUTO (1994), teve sua origem na Baixa Idade Média, por volta do séc. XII. Os *burgos* foram responsáveis pela concentração das residências de comerciantes junto aos castelos feudais originando cidades cercadas de muralhas, como as vilas e condomínios atuais.

A organização da tipologia habitacional sofreu modificações no início da era industrial. As residências, que possuíam um núcleo familiar responsável pelas atividades de artesanato reservavam o pavimento térreo para o comércio como as *Insulae* romanas e o restante para a habitação. A industrialização conduziu a cidade para uma formação diferente, em que houve a concentração das atividades produtivas e um enorme aumento da densidade populacional. (MIRA, 1992).

O crescimento sem controle das cidades agravou problemas sanitários e higiênicos, na busca pelo alto aproveitamento urbano da cidade industrial. Os problemas oriundos da cidade requisitavam uma nova maneira de habitar com saúde e qualidade de vida. Surgiram experiências de complexos habitacionais como alternativas para solucionar os problemas da cidade, dentre os quais pode-se citar a comunidade habitacional de Robert Owen (1771-1858) e o Falanstério de Charles Fourier (1772-1837).

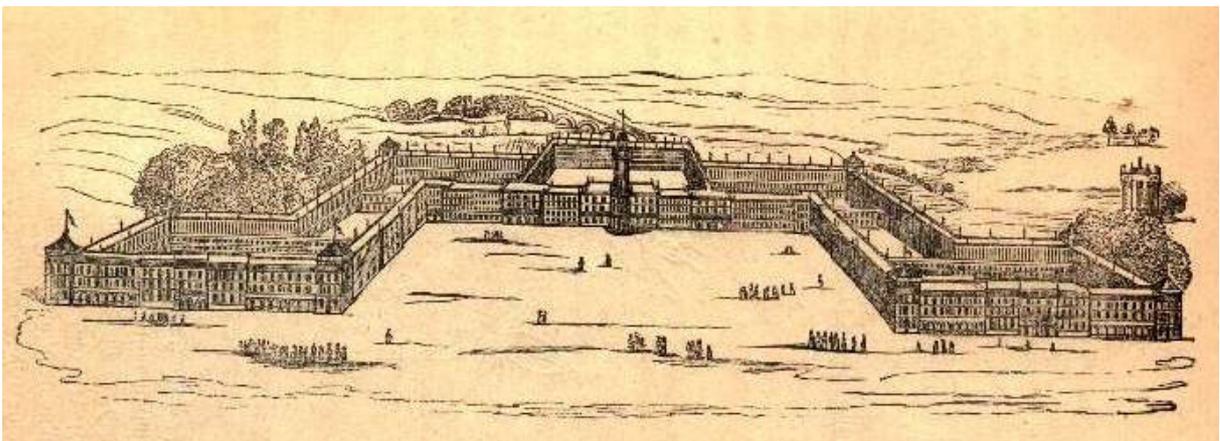


Fig.2.3 –Perspectiva do Falanstério de Charles Fourier.
(FONTE: TISCALI, 2009).



Fig.2.4 –Vista interna do Falanstério de Charles Fourier.
(**FONTE:** TISCALI, 2009).

De acordo com SHERWOOD, 1983, o arquiteto francês Charles Fourier, sob influência de socialistas como Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895) procurava recuperar a arquitetura vigente que originou as periferias junto ao grande centro urbano, juntamente com a reestruturação da cidade para um modelo econômico patrocinado pela burguesia.

Inúmeros projetos e estudos a respeito da melhoria da habitação neste período foram feitos, porém, poucos foram concretizados. No final do século

XIX surgiram as cidades-jardim, cujo objetivo era a melhoria da qualidade de vida da população de acordo com a escala urbana adequada ao indivíduo.

A cidade-jardim de Ebenezer Howard (1850-1928), (Fig. 2.5, fig. 2.6 e fig.2.7), criada em 1899, foi uma tentativa de resolver os problemas da pobreza, poluição e insalubridade das cidades. O desenho urbano organizava cidades que estivessem relacionadas ao campo. A cidade subdividia-se de modo que, quando alguma destas atingisse a sua capacidade de suporte, novas cidades formar-se-iam em torno de uma cidade central, formando um sistema análogo à uma constelação. A zona agrícola possuía função de agente amortecedor da alta densidade demográfica.

A maioria das casas eram construídas na forma de anéis concêntricos, com a frente para as avenidas ou ao longo dos bulevares e das vias que convergem para o centro. São 5.500 terrenos, com 6,5 por 44 metros ou 6,5 por 33 metros, algumas com jardins comunitários e cozinhas cooperativas. As ruas eram arborizadas, com uma avenida central de 125 metros de largura, formando um cinturão verde com mais de cinco quilômetros dividido em duas coroas a parte da cidade que estende para fora do Parque Central formando um parque adicional de 50 hectares, na avenida, são seis áreas sendo uma com um hectare e meio, para escolas públicas, quadras de jogos, jardins e igrejas. Na cidade-jardim, as pessoas construiriam suas próprias casas com capital fornecido por sociedades construtoras, associações de ajuda mútua, cooperativas ou sindicatos. (CHOAY, 1979).

Alguns exemplos de cidades-jardim que foram implantados são: a cidade de Letchworth na Inglaterra, implantada em 1903 de Raymond Unwin (1863-1940) e Barry Parker (1867-1947) e a cidade de Welwyn, no Canadá, de Louis de Soissons (1904-1997) criada em 1919.

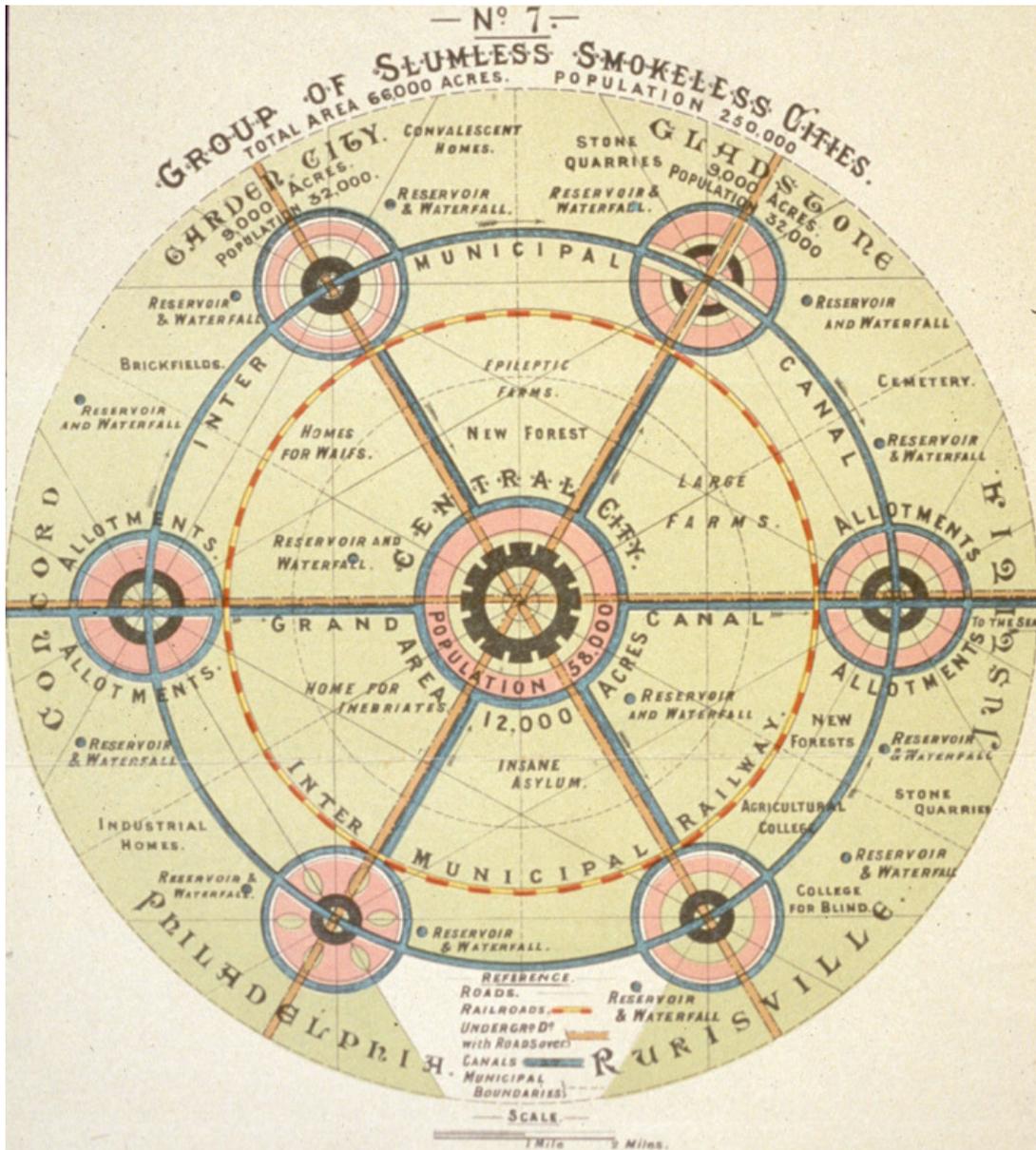


Fig.2.5 – Organização espacial da cidade-jardim de Ebenezer Howard.
(FONTE: CIDADEJARDIMECIDADEINDUSTRIAL, 2008).

Em 1901, Tony Garnier propôs a Cidade Industrial, cujo plano foi o primeiro manifesto do urbanismo criado pelos membros da CIAM (Congresso Internacional de Arquitetura Moderna), e que consistia na separação das funções de trabalho, lazer, habitação e saúde.

A tipologia habitacional da Cidade Industrial (Fig. 2.8) consistia em residências com pelo menos uma janela na fachada sul para a entrada dos raios solares. Eram vetados o uso de pátios sem iluminação e ventilação natural. As paredes das casas bem como o chão eram de materiais lisos, com ângulos arredondados que deveriam facilitar a limpeza e manutenção.

Os terrenos possuíam a proporção de 150 metros de comprimento, voltados para leste-oeste, e 30 metros de largura, voltados para a orientação norte-sul, das quais uma das fachadas volta-se para a rua. Os lotes podiam ser divididos de 15 em 15 metros, e cada habitação poderia ocupar inúmeros lotes, de modo que a superfície ocupada não ultrapassasse a metade da superfície total do terreno. O restante destas áreas seria utilizado como jardim ou passagem de pedestres. “[...]Essa disposição permitia que se atravessasse a cidade em qualquer sentido, sem ser preciso passar pelas ruas; o solo da cidade, visto que em conjunto, é como um grande parque, sem nenhum muro divisório limitando os terrenos” (CHOAY, 1979:165).



Fig. 2.8 – Residências da Cidade Industrial de Tony Garnier.
(FONTE: CIDADEJARDIMECIDADEINDUSTRIAL, 2008).

A proposta do arquiteto Le Corbusier destaca-se como uma das mais significativas do período. A Inmeuble-Villa (Fig. 2.9) apresentava uma edificação de grande densidade de ocupação, com seis pavimentos de terraços jardim individuais. O espaço central organizava os fluxos e os equipamentos recreativos. (MIRA, 1992). As idéias teóricas sobre essa nova maneira de habitar foram apresentadas no Pavilhão L'Esprit Nouveau, do mesmo arquiteto, para a Exposição de Paris, em 1925.

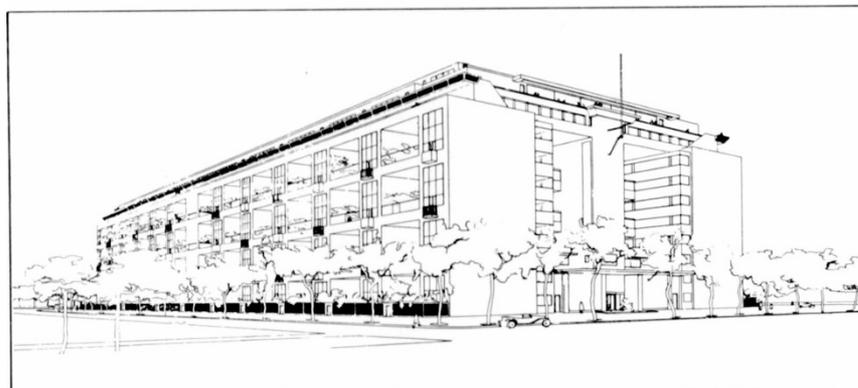
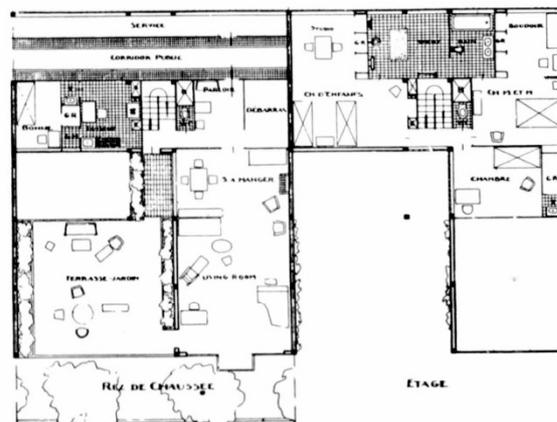


Fig. 2.9 - Inmeuble Villa de Le Corbusier.
(FONTE: UPCOMMONS, 2004).

Na década de 1920, as edificações comunitárias adquiriram a função de organizar o espaço industria-habitação. Gropius, em 1927 ganha o concurso para realizar o bairro de Dammerstock em Karlsruhe, Alemanha. A proposta consistiu em um bairro que não é cercado sobre si mesmo, mas sim uma modificação do terreno situado na periferia. Relacionou a realidade local entre o bairro e a cidade, a organização do tráfego e a hierarquia clara das funções na regularização do traçado, em conjunto com preocupações higiênicas.

Para Gropius, a habitação não pode ser definida de maneira homogênea para toda a humanidade. Para ele, existem duas soluções tradicionais que imperam até os dias atuais: residências unifamiliares e coletivas. Cada uma destas opções possui vantagens e inconvenientes particulares. (BENEVOLO, 1923).

Ainda segundo BENEVOLO (1923), nas condições alemãs encontradas naquele período histórico, a habitação unifamiliar é conveniente à classe média; e a habitação coletiva era a solução mais adequada para a habitação popular, já que havia a possibilidade de reduzir o custo da construção com base em elementos que pudessem ser fabricados industrialmente.

Após a *Segunda Guerra Mundial* (1939-1945), nos países europeus, a reorganização dos investimentos públicos passou a ter apoio do poder privado, que passou a ditar as diretrizes para a habitação urbana do período.

Um dos reflexos da industrialização foi a idéia de modulação na tipologia habitacional, e que, juntamente com decretos de atuação de leis para as casas populares, originaram manuais para a habitação. O *Le Modulor*, por exemplo, do arquiteto Le Corbusier.

De acordo com LAMMAS (1993), o conceito de *unidades mistas* partiu da profunda investigação a respeito dos complexos habitacionais que surgiram pela repetição de módulos residenciais. Para SHERWOOD (1983), os princípios fundamentais destas unidades nunca foram observados. A idéia de unir diferentes classes sociais em um mesmo conjunto habitacional era utópica e na prática, a possibilidade de mudanças na tipologia para mobilidade das paredes a fim de produzir espaços adequados à necessidades diferentes dificilmente foi implantado.

Outra crítica à esse modelo é que a unidade mista não adapta-se à pequenos loteamentos e havia dificuldade sobre o que fazer com os grandes espaços livres entre os edifícios, que demandavam alto custo de manutenção e, em grande parte, geravam espaços mal utilizados e abandonados.

O princípio de *low-high density* surgiu como resposta às críticas do edifício misto, e consiste em edificações de 4 a 6 pavimentos, de alta densidade de ocupação. Oriunda dos anos 1970 é predominante até a atualidade, pois demonstra que a relação custo-benefício das unidades é mais favorável do que em edifícios mais altos ou mais baixos.

A busca pela arquitetura humanizada demonstra-se de maneira mais aprofundada na habitação, que é a essência do espaço antrópico. Novas necessidades sócio-culturais presentes na virada do milênio colocam o arquiteto frente a novas questões. Novos costumes e técnicas estão sendo difundidos em uma velocidade muito superior aos períodos anteriores. Cabe ao arquiteto a proposta de soluções criativas e eficientes a essa nova maneira de habitar.

2.4 Complementações técnicas para a sustentabilidade

Neste tópico serão analisados os elementos que compõem equipamentos para a reutilização de recursos e geração de energias limpas estudados pelas iniciativas da FINEP e ELETROSUL, em conjunto com outras fontes bibliográficas e manuais técnicos para a seleção das tecnologias e materiais que estarão presentes nas diretrizes projetuais da edificação sustentável proposta.

A primeira parte faz a relação do conforto térmico e a sustentabilidade. A segunda discorre a respeito das diversas formas de utilização energia solar para aquecimento da água ou geração de energia elétrica e produtos disponíveis no mercado brasileiro. A terceira parte analisa as maneiras de reutilização da água e seus pontos positivos e negativos, e a quarta analisa o uso de duas técnicas construtivas que não apresentam a utilização do cimento, a técnica da estrutura *steel frame* com fechamento em painéis OSB (Oriented Strand Board) e a *light wood frame* no desempenho do conforto térmico-acústico e opção como materiais construtivos sustentáveis. A última parte apresenta um breve resumo das metodologias internacionais de avaliação para habitações sustentáveis.

2.4.1 Conforto ambiental

A eficiência energética nas habitações tornou-se um importante tema de discussão, envolvendo ambientalistas, arquitetos, engenheiros e a sociedade. Habitações com maior eficiência energética reduzem o consumo energético, compensando, no longo prazo, os maiores custos de instalação (quando existem). O Brasil, comparado a países europeus e norte-americanos, ocupa uma posição tranquila no quesito geração de energia renovável, já que 43,9% da energia utilizada no país vem de fontes renováveis. O setor residencial utiliza 21,9% de toda a energia gerada no país, superando, em muito, o setor comercial e o público, mas ficando atrás do setor industrial. As fontes de energia mais utilizadas nas habitações brasileiras são: lenha (37,8%), eletricidade (31,6%), e o gás liquefeito de petróleo - GLP (27,3%). (BRASIL apud FINEP, 2004).

De acordo ALMEIDA, et al. apud FINEP (2004), as habitações brasileiras utilizam a maior parte de sua energia para refrigeração (34,1%), aquecimento de água (20,7%), iluminação (12,3%) e ar-condicionado (3%). Em algumas regiões estes valores mudam, de acordo com os rigores climáticos. Nestes casos, a arquitetura pode influenciar decisivamente, pois ela está intimamente relacionada à criação de ambientes de maior eficiência energética. Além disso, lâmpadas de maior eficiência energética e maior utilização de luz natural, novos refrigeradores e aquecimento solar para a água, por exemplo, ajudam a reduzir a energia utilizada nas construções de maneira significativa.

Outro ponto interessante que não deve ser esquecido, no entanto, é o ciclo de vida dos materiais utilizados no ambiente construído, desde sua produção, passando por sua incorporação à obra, e terminando com sua posterior reciclagem. Isto gera uma energia total para cada material, que também deve ser considerado.

As várias condicionantes para a criação de uma maneira eficiente de se reduzir o gasto energético das habitações podem ser resumidas em alguns pontos:

- Bioclimatologia, que por sua vez pode ser sub-dividida em desempenho térmico da habitação, conforto ambiental, ventilação natural e iluminação natural e eficiente;
- Uso de recursos renováveis de energia;
- Uso de aparelhos energeticamente eficientes.

A bioclimatologia é a relação entre o estudo do clima e a arquitetura, buscando com isso melhorar as condições de conforto nas edificações através do uso de estratégias de projeto apropriadas de acordo com as diferenças climáticas de cada local. É através das condicionantes climáticas, como a orientação solar e dos ventos, iluminação natural, uso da água, o correto dimensionamento das aberturas, criação de proteção solar, uso de diferentes materiais, adequados a cada caso, que deve ser pensado desde a fase de projeto, que se cria uma sensação de conforto térmico nos usuários e com baixo consumo de energia na edificação.

No caso do Brasil, é difícil criar uma tipologia única para todo o território nacional, dada a variedade de climas que temos. De maneira geral, as

fachadas que devem ser mais sombreadas são a oeste, norte e noroeste, embora as fachadas sul e sudoeste também devem ser consideradas para as cidades mais ao norte. De maneira similar, as que devem ser mais abertas para melhor captação de sol são as fachadas sul e sudeste, variando apenas de acordo com a localização da construção. Sombreamento é apenas uma das muitas condicionantes num projeto de habitação de bom desempenho térmico; os outros são o tipo de materiais e cores empregados, a existência ou não de isolantes nas paredes e coberturas da edificação, a orientação, tamanho e tipo de vidro das aberturas, as cargas térmicas internas e principalmente, a adoção ou não de projetos relacionados ao clima.

Mas conforto térmico é apenas uma das facetas de um todo maior, chamado conforto ambiental. O conforto ambiental engloba o nível de iluminação, o ruído, e a qualidade do ar interno da edificação. A grande preocupação do conforto ambiental é a criação de ambientes que sejam agradáveis do ponto de vista humano sem a necessidade de adoção de métodos artificiais de aquecimento ou resfriamento, reduzindo, assim, a quantidade de energia gasta. Usando esquadrias feitas em material inerte, por exemplo, que permitam uma boa troca de ar com o ambiente externo, pode-se criar um ambiente em que a contaminação do ar é evitada com uma simples solução da arquitetura.

A ventilação natural é um dos pontos-chave numa construção ambientalmente correta. O uso de ventilação natural diminui a temperatura interna da construção, desde que corretamente utilizado. Várias são as formas de ventilação interna de uma edificação que podem ser usadas pelo projetista:

- Ventilação cruzada: é aquela em que o vento entra por um dos lados da edificação e sai pelo outro; é mais eficaz se as aberturas forem perpendiculares ao fluxo do ar;
- Efeito chaminé: baseia-se na diferença de pressão entre o ar quente e o ar frio para funcionar. O ar quente sobe, criando uma corrente de convecção que suga o ar viciado para fora. Quanto maior a diferença de altura entre as aberturas, maior a eficiência do sistema;
- Ventilação pela cobertura: criam-se aberturas próximas à cumeeira, que ventilam a parte superior do forro, diminuindo a temperatura da construção;

- Fachada dupla ventilada: um colchão de ar diminui as trocas de calor entre a edificação e o meio externo, conservando uma temperatura mais baixa no verão e o calor no inverno;

Para garantir uma boa ventilação, é necessário contabilizar todos os elementos contrutivos, bem como o paisagismo, que influenciam decisivamente a incidência dos ventos.

O uso de mantas térmicas no telhado específicas para o fim de isolamento térmico é interessante. Segundo o projeto FINEP (2004), as mantas mais eficientes encontradas no mercado nacional são as com pelo menos uma das faces revestidas de liga de alumínio, que tem baixa absorvância do calor e alta reflexão. Deve-se tomar cuidado, no entanto, para que a parte aluminizada não fique coberta de pó, já que isto diminui sua eficiência.

As paredes também são áreas que merecem cuidados, já que apresentam grandes áreas expostas à radiação solar; existem vários materiais que servem ao propósito de isolantes térmicos na construção. O uso de paredes duplas é interessante onde as trocas térmicas não são bemvindas (cidades muito quentes ou frias), e não representam um gasto excessivo na construção.

A iluminação natural também deve se basear na análise de todas as condicionantes do projeto. A fim de garantir uma melhor eficiência, as aberturas devem estar voltadas para os lados com maior insolação, desde que não recebam toda a incidência dos raios solares, para que não comprometam a eficiência térmica. Algumas pequenas técnicas também ajudam a aumentar a eficiência da iluminação natural nas edificações, como o uso de cores claras no interior e o uso de menos divisões internas, para que a claridade atinja mais o interior dos cômodos.

2.4.2 Energia solar

De acordo com o projeto FINEP (2004) a utilização da energia solar em habitações tem grande potencial no Brasil, e depende muito das informações solarimétricas da região para a sua implantação. As grandes vantagens deste sistema são: apresenta-se como fonte de energia renovável, limpa, e ilimitada. Existe um investimento inicial relativamente elevado, mas em compensação,

necessita minimamente de manutenção, e existe também a redução das taxas de energia elétrica da residência que, ao longo do tempo, compensam o investimento.

Os sistemas de energia solar são compostos de: coletor solar, reservatório e componentes. A função do reservatório deve-se ao horário do consumo da água quente não coincidir com o período de insolação diário. Na maioria das habitações, o consumo de água quente ocorre das 18 às 22 horas.

Os coletores solares utilizam-se de outras fontes auxiliares de energia para suprir as necessidades em dias frios ou nublados. Esse aquecimento auxiliar pode estar localizado na parte interna ou externa do reservatório.

A rede de distribuição de água quente obedece às mesmas normas e padrões para outros sistemas conforme a norma NBR 7198:1993 (ABNT,1993).

2.4.2.1 Coletor solar plano:

As vantagens desse sistema apresentam-se na simplicidade de construção, baixo custo em comparação aos demais, facilidade de operação nos dias nublados, durabilidade e facilidade de manutenção satisfatórios.

Composto por placa absorvedora preta, com tubulações geralmente com cobertura transparente, preenchidas por isolamento térmico. A placa converte a energia em calor e transfere para as tubulações, que irão transferir o calor para a água. Os materiais das placas e tubulações são metais, de alta conductibilidade. Utilizam-se mais comumente o cobre, alumínio e o aço.

O vidro da cobertura transparente é responsável por reduzir as perdas da placa absorvedora, e produz um efeito estufa que reflete a radiação para a placa. Pode-se utilizar, além da água, outros fluídos, se for necessária a proteção ao congelamento.

2.4.2.2 Coletor de concentração:

O funcionamento do coletor de concentração utiliza-se de uma lente Fresnel ou outro refletor similar. O fluído de transferência alcança grandes temperaturas no absorvedor, através da concentração de energia em uma pequena

área. De acordo com BOYLE apud FINEP (2004), a concentração de elevada temperatura em uma pequena área é uma das maiores vantagens deste equipamento.

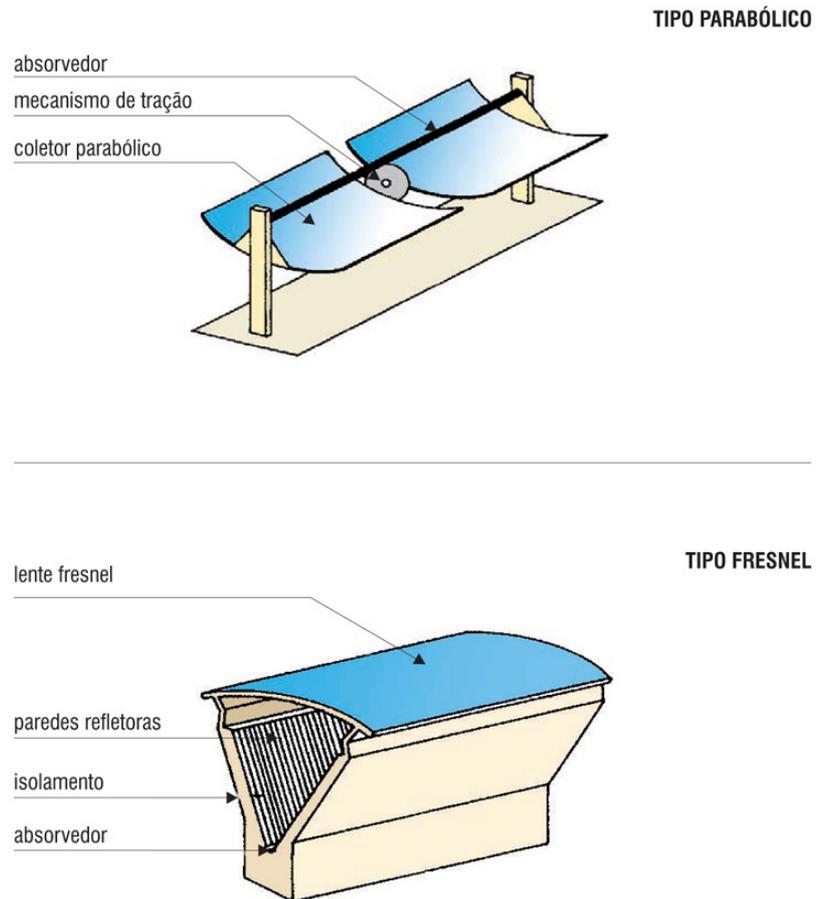


Fig. 2.10 – Coletores de concentração.
(FONTE: HUSON; MARKELL apud FINEP,2004).

2.4.2.3 Tipos de sistema:

- Sistema passivo direto: o aquecimento da água é provocado pelos coletores e a variação de temperatura produz a pressão necessária para colocar a água em movimento.

É um sistema simples e por isso muito utilizado em unidades residenciais.

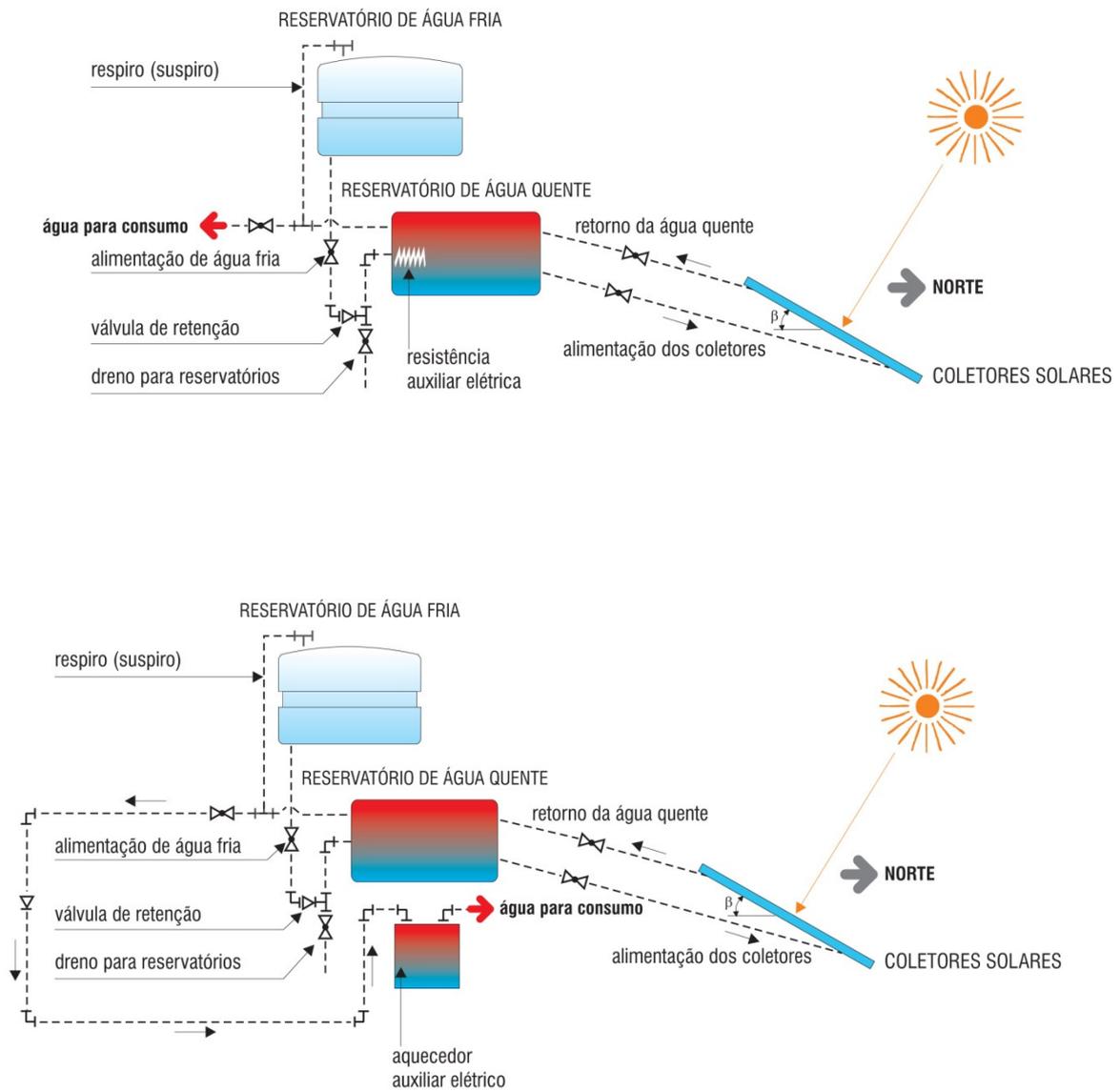


Fig. 2.11 – Sistema passivo direto para aquecimento de água.
(FONTE: LIMA apud FINEP, 2004).

- Sistema passivo indireto: utiliza-se este sistema em regiões de invernos rigorosos e que apresentam risco de congelamento e por isso, utiliza fluido refrigerante para a transferência de calor. A circulação desse fluido é por termosifão e há o armazenamento ou não da água quente.

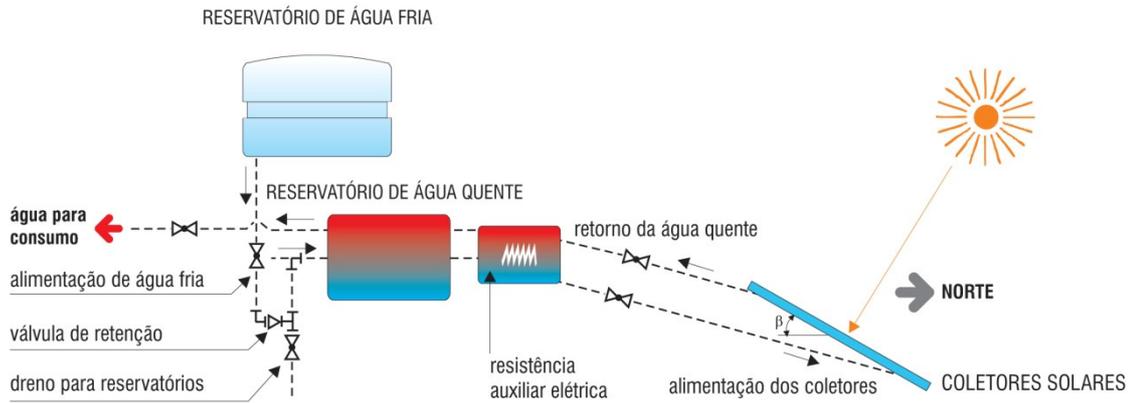


Fig. 2.12 – Sistema passivo indireto para aquecimento de água.
(FONTE: LIMA apud FINEP, 2004).

- Sistema ativo direto: a água aquece-se diretamente nos coletores, e a circulação é feita por meio de bomba, o que permite a situação do reservatório em qualquer lugar em relação aos coletores, o que é a principal vantagem deste sistema. O acionamento da bomba ativa-se quando a parte superior do coletor e reservatório atingirem determinada temperatura, e na diminuição desta, desliga-se automaticamente. A bomba também tem função de proteção ao congelamento pois a água quente recircula pela tubulação. Para a proteção ao congelamento, também é possível efetuar a drenagem dos coletores. Por apresentar mais elementos em seu funcionamento, possui maior custo para a implementação do sistema.

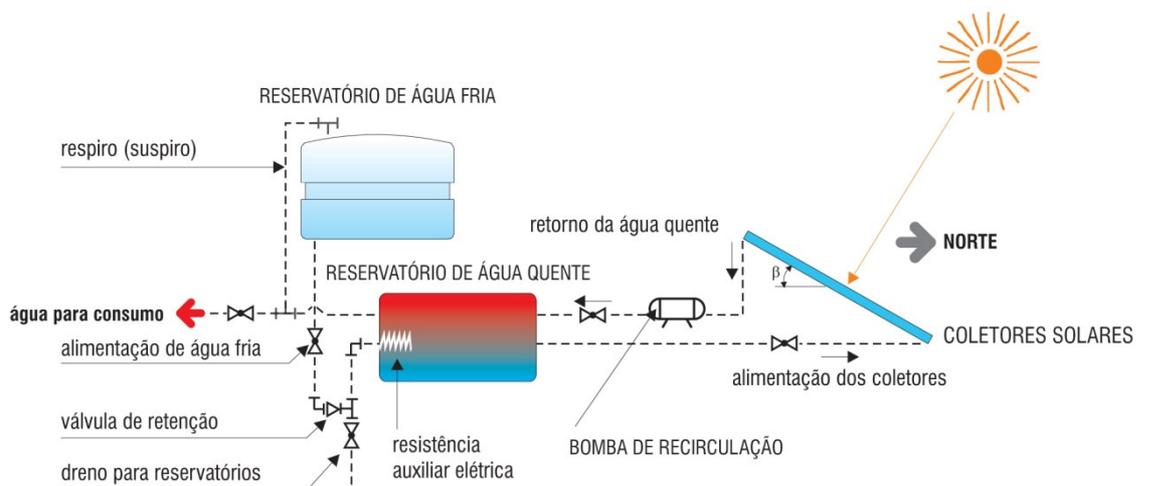


Fig. 2.13 – Sistema ativo direto para aquecimento de água.
(FONTE: LIMA apud FINEP, 2004).

- Sistema ativo indireto: a água é aquecida no trocador de calor, por meio de fluido refrigerante, e a circulação é feita por meio de uma ou duas bombas. O trocador de calor pode ser interno ou externo ao reservatório. No caso de trocadores localizados externamente, há maior perda de calor. É recomendado para regiões que apresentam grande potencial de congelamento nas tubulações.

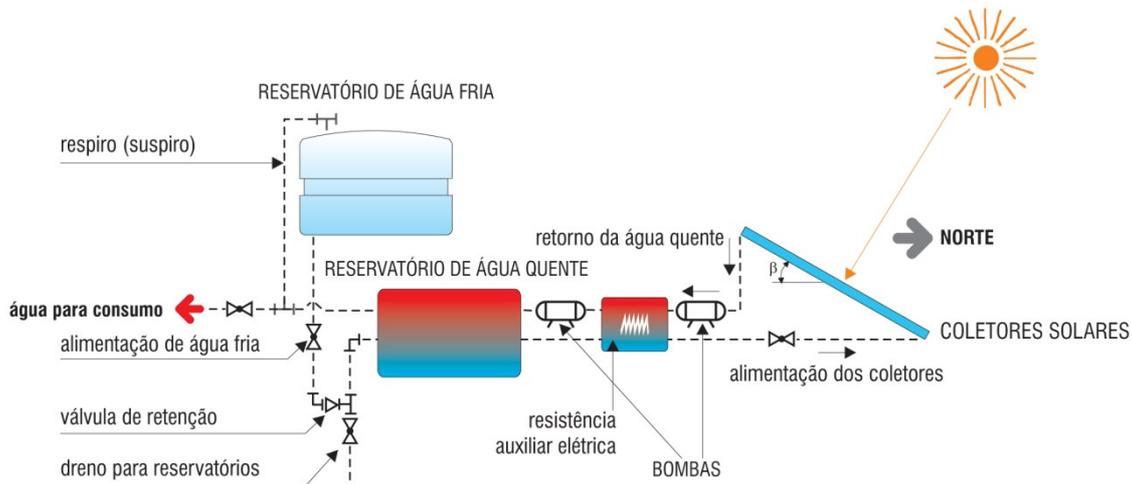


Fig. 2.14 – Sistema ativo indireto para aquecimento de água.
(FONTE: LIMA apud FINEP,2004).

2.4.2.4 Ângulos de inclinação para coletores solares em Curitiba:

A inclinação dos coletores é variável de acordo com a incidência solar recebida na latitude do local que deseja-se implantar o sistema. Os coletores devem estar inclinados para o norte para que haja incidência solar durante todo o período diurno. De acordo com LENGEN (2004), para Curitiba, é recomendada a inclinação de 40 graus para os coletores.

2.4.2.5 – Análise dos sistemas mais utilizados no Brasil:

- Ducha solar: Sistema de aquecimento de água composto de reservatório térmico e placa coletora solar compactos, a ducha pode apresentar também sistema auxiliar elétrico. Produzida para suprir a necessidade de até 4 pessoas, em residências de até 100m².
- Aquecedor compacto: Composto por reservatório térmico, caixa d'água para água fria, e placa coletora. Produzido para suprir a necessidade de até 4

pessoas, em residências de até 100m². É possível fabricar o fundo do coletor com material reciclado de embalagens longa vida.

- Aquecedor de base única de sustentação: O reservatório térmico e a placa coletora solar estão fixados em uma base de sustentação. Pode possuir sistema auxiliar de aquecimento, geralmente elétrico. Produzida para suprir a necessidade de até 4 pessoas, em residências de até 100m².
- Aquecedor solar PV: O reservatório térmico, a placa coletora e a célula fotovoltaica estão fixos em uma base de sustentação. O sistema é compacto e pode possuir sistema auxiliar de aquecimento, geralmente elétrico. Através deste sistema, pode-se obter tanto a água quente quanto a energia elétrica. Produzido para suprir a necessidade de até 4 pessoas, em residências de até 100m².
- Aquecedor solar super compacto: Composto por reservatório térmico e placa solar. Pode possuir sistema auxiliar de aquecimento, geralmente elétrico. Produzida para suprir a necessidade de até 4 pessoas, em residências de até 150m².
- Aquecedor solar integrado: É acoplado à parede externa cozinha onde encontra-se a pia, em residências que recebem grande incidência solar neste ambiente durante o dia. Capacidade de aproximadamente 15 litros. A torneira misturadora é responsável por fazer a mistura da água quente e fria.
- Manta solar: composta de elastômero sintético e pigmento de cor preta para maior absorção de calor. Possui em sua formulação compostos que dispensam a caixilharia dos coletores planos. Em dias quentes e noite frias há a necessidade da utilização de capa térmica para que o calor obtido durante o dia não disperse.
- Aquecedor solar compacto ecológico: Composto por reservatório em termoplástico e fundo do coletor de chapa térmica fabricada com material reciclado de embalagens longa vida. Possui capacidade de 200 litros e coletor solar de 1,6 m² e é capaz de suprir a necessidade de até 4 pessoas, em residências de até 120m². Pode possuir sistema auxiliar de aquecimento, geralmente elétrico. Este sistema apresenta etiquetagem do INMETRO com classificação "A".

As normas técnicas a que correspondem os sistemas de aquecimento de água que utilizam energia solar são: NBR 10184 Coletores Solares planos líquidos – Determinação do rendimento térmico; NBR 10185 Reservatórios térmicos para líquidos destinados a sistemas de energia solar – Determinação do desempenho térmico e; NBR 12269 Execução de instalações de sistemas de energia solar que utilizem coletores solares planos para aquecimento de água.

2.4.3 – Água

Um dos principais insumos a serem considerados nas construções sustentáveis é a água. As instalações de má qualidade e o uso da água de maneira inadequada são responsáveis por grande parte da perda de água nos sistemas prediais, e resultam em desperdício. A sustentabilidade, em grande parte, se aplica no uso racional do recurso, como também no reaproveitamento da água já utilizada para outras atividades que não exijam grande potabilidade.

Segundo ADAM (2001), apesar do sistema de abastecimento público de água ser capaz de suprir as necessidades da população, os edifícios sustentáveis podem ter sistemas de auto-abastecimento e reciclagem da água, de acordo com o grau de qualidade e necessidade de consumo, permitindo uso conjunto com a rede pública.

O PCA (Programa de Conservação de Água) é um conjunto de ações voltadas para a gestão da oferta e demanda de água em edificações já existentes, que podem ser adotadas já na fase de projeto, de modo que a água seja também foco das preocupações construtivas. O sistema de gestão de água, em construções ainda não executadas, possui sua aplicabilidade vinculada com a adoção de medidas de economia, otimização de consumo e fontes alternativas de água em usos menos nobres e ferramentas de monitoramento.

A perda da água pode acontecer das seguintes maneiras: vazamento, mau desempenho das instalações, negligência do usuário, uso excessivo, procedimentos inadequados ou mau desempenho. (OLIVEIRA,1999).

Ainda segundo OLIVEIRA (1999), podem ser implementadas as seguintes ações em relação ao desperdício do recurso:

- ações sociais: campanhas educativas à respeito do uso racional da água.
- ações econômicas: subsídios para a aquisição de componentes que resultem na economia de água e conseqüente redução da tarifa, e elevação das tarifas de água nos casos de uso excessivo.
- ações tecnológicas: substituição de sistemas convencionais por sistemas econômicos e implementação de sistemas de medição setorizada, correção de mau desempenho dos sistemas vigentes e vazamento, reaproveitamento de água.

2.4.3.1 – A reutilização da água:

As águas servidas, ou seja, a água potável já utilizada anteriormente, de acordo com o projeto FINEP – Habitação Mais Sustentável (2004), possibilitam reuso por uma ou mais vezes. A forma mais simples e usual nas residências é a utilização da água de enxágüe da máquina de lavar para a limpeza de pisos, lavagem de outras roupas e regar jardins. Existem sistemas prediais mais complexos capazes de efetuar a separação das águas servidas. As águas servidas que podem ser reaproveitadas são as provenientes de chuveiros, lavatórios, tanques, máquinas de lavar roupas e banheiras, também chamadas de água cinza. A água utilizada por bacias sanitárias e cozinha é inadequada para reuso, denominada de águas negras.

Para a eficácia do sistema, e pela segurança do usuário, de maneira alguma a água de reuso deve se misturar com a água potável, sendo necessárias conexões próprias para o mesmo. É o que estabelece a NBR 13969 (ABNT,1997), pois o uso inadequado pode originar contaminação de todo o sistema predial.

No Brasil, a aplicabilidade do sistema é praticamente nula pelo elevado custo de implantação e manutenção, sendo inviável a aplicação na maior parte das habitações unifamiliares de interesse social. Também não existem normas regulamentais para a implantação do sistema, apesar da norma NBR 13969 (ABNT,1997) possuir alguns aspectos importantes para a construção e operação de tanques sépticos.

Além destes fatores, a sustentabilidade do reuso da água compromete-se, pois se operado de maneira inadequada, oferece grandes riscos de contaminação e contribui para a degradação do ambiente.

2.4.3.2 Sistemas de aproveitamento de água pluvial:

Os sistemas de aproveitamento de água pluvial possuem um número crescente de adeptos, fato que facilita a realização de estudos mais aprofundados para a regulamentação do sistema (FINEP, 2004).

As etapas para o aproveitamento da água pluvial são: captação, armazenamento, e utilização, bem como os sistemas de reutilização de água, possui igualmente seu uso restringido, não deve ser misturado ao sistema de água potável e exige monitoramento contínuo.

De acordo com FEWKES apud FINEP (2004), as soluções de aproveitamento são tecnicamente simples e servem para reduzir o consumo da água tratada. Regiões que apresentam grandes períodos de chuvas freqüentes fazem do sistema viável. Para localidades que apresentem períodos de estiagem, o sistema requer a implantação de unidades de reservação maiores, encarecendo o processo. É aconselhado um sistema integrado de reuso de água com o aproveitamento da água da chuva para potencializar a viabilidade e sustentabilidade do sistema.

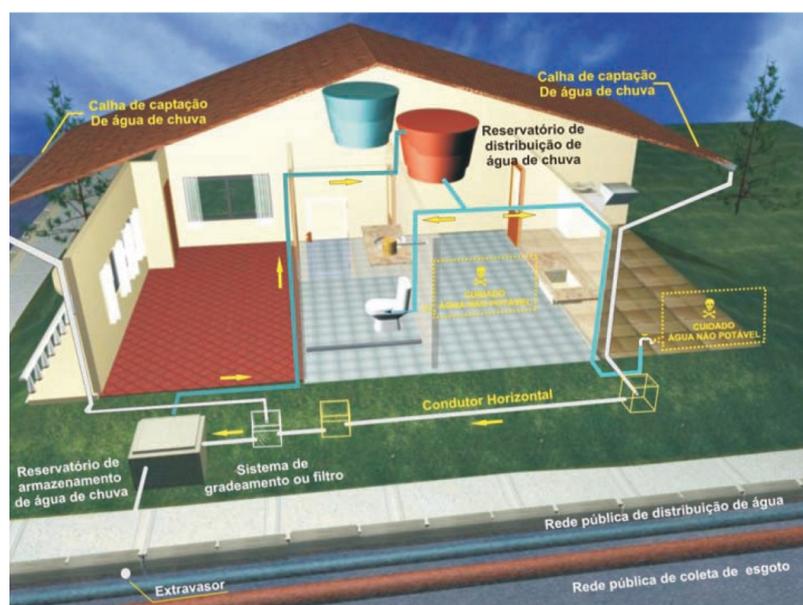


Fig. 2.15 – Sistema para aproveitamento da água pluvial.
(FONTE: FINEP,2004).

2.4.4.1 Técnica *steel frame* e *light wood frame*

O *steel frame*, por ser industrializado, reduz consideravelmente o tempo de execução da obra, podendo chegar a 30% de redução. Traz ainda, como vantagem, a utilização de uma fundação menor, porque o peso distribui-se por toda a extensão da obra, não ficando concentrada pontualmente. Neste sistema, o peso final da edificação é muito inferior ao de uma edificação convencional, o que reduz a fundação, que pode normalmente ser mais rasa. É um sistema de estrutura de aço zincado, sendo, portanto, anti-ferrugem, mas difere-se da estrutura metálica tradicional por não utilizar vigas e pilares.

As estruturas de *steel frame* utilizam menos energia na sua fabricação se comparados ao cimento, e possuem a certificação *Sustainability Scorecard* (SSC). Além disso, dispendem menos energia no transporte, e, por terem um reduzido tempo de construção, tornam-se ideais para os grandes centros urbanos em edificações de até seis pavimentos. O aço e o OSB podem ser reaproveitados, gerando menos resíduos de demolição. (MASISA, 2009).

O fechamento com painéis é feito em OSB, uma chapa industrializada de madeira de reflorestamento, e funciona também como contratramento do sistema estrutural. Contando com alta resistência mecânica e rigidez, os painéis de OSB tem vantagens sobre os outros painéis de madeira industrializados, segundo André Morais, engenheiro, no *site* USHOME (2009).

Além disso, contam com várias vantagens para a construção civil: não descamam, podem ser lixados, tem espessura constante e qualidade uniforme ao longo de toda a chapa. São formados por camadas sobrepostas de madeira tratada, orientadas perpendicularmente umas às outras, o que confere as qualidades estruturais ao material. É ecologicamente correto porque é fabricado com madeira de reflorestamento, e porque, quando em conjunto com a estrutura de *steel frame* tem um gasto em transporte muito inferior à construção normal. Além disso, quase não há desperdício de matéria-prima, já que quase toda a árvore é utilizada.

A grande vantagem do sistema é a industrialização dos seus componentes. Os painéis estruturais saem de fábrica com as chapas externas, isolantes térmicos, janelas, molduras, componentes hidráulicos e elétricos já

instalados. No canteiro de obras, apenas há a montagem do conjunto e o acabamento, que pode ser feito de maneira convencional.

As paredes internas das construções são feitas em *steel frame* revestidas com gesso acartonado, que garantem o desempenho termo-acústico, quando combinados com a lã de vidro. O sistema de *steel frame* também possibilita a construção de pisos, que, revestidos também com gesso acartonado, formam a base para a aplicação de cerâmicas e outros acabamentos.

À longo prazo as vantagens do *steel frame* tornam-se evidentes: com um melhor isolamento térmico a necessidade de gasto com energia para aquecimento e resfriamento da obra é minimizado; além disso, este sistema não apresenta os inconvenientes comuns à alvenaria: bolor, mofo, infiltrações e rachaduras. Outra grande vantagem é a precisão de medidas que o *steel frame* proporciona, uma vez que, por ter estrutura metálica, as medidas são bem mais fiéis, auxiliando na criação de mobiliário de linha, por exemplo.

Uma das desvantagens do *steel frame* está no número de pavimentos possíveis – até seis são permitidos no Brasil. Apesar de possível, a construção de edificações mais altas torna-se muito cara, inviabilizando o sistema. Outra desvantagem é que, por se tratar de um método de construção ainda pouco difundida no Brasil, não existem pontos de revenda do sistema em todas as regiões do país, ou mão-de-obra especializada, já que o perfil do profissional responsável pela construção de uma obra em *steel frame* é muito diferente daquele de uma obra convencional. Em Curitiba, existe a disponibilidade do produto.

O *light wood frame* tem seu funcionamento de maneira similar ao *light steel frame*, e consiste em um sistema construtivo de madeira autoportante, de construção rápida devido à industrialização das peças, o que demanda dimensionamento modular de toda a estrutura, sendo apenas as fundações executadas *in loco*. Segundo a revista *Téchne* (2008), o sistema é dimensionado e distribuído de forma a receber e dividir diferentes esforços entre seus componentes. Compõe-se de montantes e barrotes em madeira ou OSB, que são fixados através de painéis internos e externos de OSB que completam o sistema atuando no contraventamento e resistência à flambagem. Quanto maior as cargas maior a quantidade de barrotes e montantes e menor o espaçamento entre eles, que podem

variar entre 30 ou 40 cm conforme a carga dos pisos superiores. Este sistema de distribuição das cargas é redundante, ou seja, o colapso de uma das partes é compensado pelas vizinhas e o uso de peças industrializadas facilita sua reposição e manutenção de forma mais rápida, limpa e econômica.

Apesar da madeira ser um material combustível, seu centro permanece intacto por mais tempo devido à carbonização superficial, além disso o uso de barreiras entre os painéis e a queima do oxigênio de seu interior permitem uma propagação mais lenta do fogo comparado a outros materiais construtivos como o cimento.

A forma contínua com que os esforços são distribuídos das lajes/barrotes aos montantes permite ao *light wood frame* ser utilizado na construção de edifícios de até 4 pavimentos.

A madeira mais utilizada no *light wood frame* é o pinus, tendo em vista suas características físicas que lhe permite total permeabilidade ao autoclave, tratamento necessário para proteção contra cupins. As variedades de pinus mais cultivadas no Brasil são *elliottii* e o *taeda*. É uma das principais madeiras de reflorestamento e é cultivado em boa parte das regiões do país e em grande quantidade na região sul, o que viabiliza a utilização do *light wood frame* em Curitiba devido a economia com transporte da matéria prima tendo vista a proximidade das empresas distribuidoras do material tanto para o pinus quanto para os painéis de OSB, cuja a maior produtora nacional deste produto situa-se em Ponta Grossa, 100km de distância da capital.

As necessidades de conforto térmico e acústico são supridos através do uso de materiais isolantes como lã mineral no preenchimento dos espaços entre os montantes e painéis.

Embora no Brasil o *light steel frame* não seja muito utilizado, ao contrário dos Estados Unidos e países europeus nos quais este sistema é amplamente utilizado e normatizado a muitos anos, há vários centros educacionais que estudam, pesquisam e disponibilizam formação técnica quanto a seu uso.

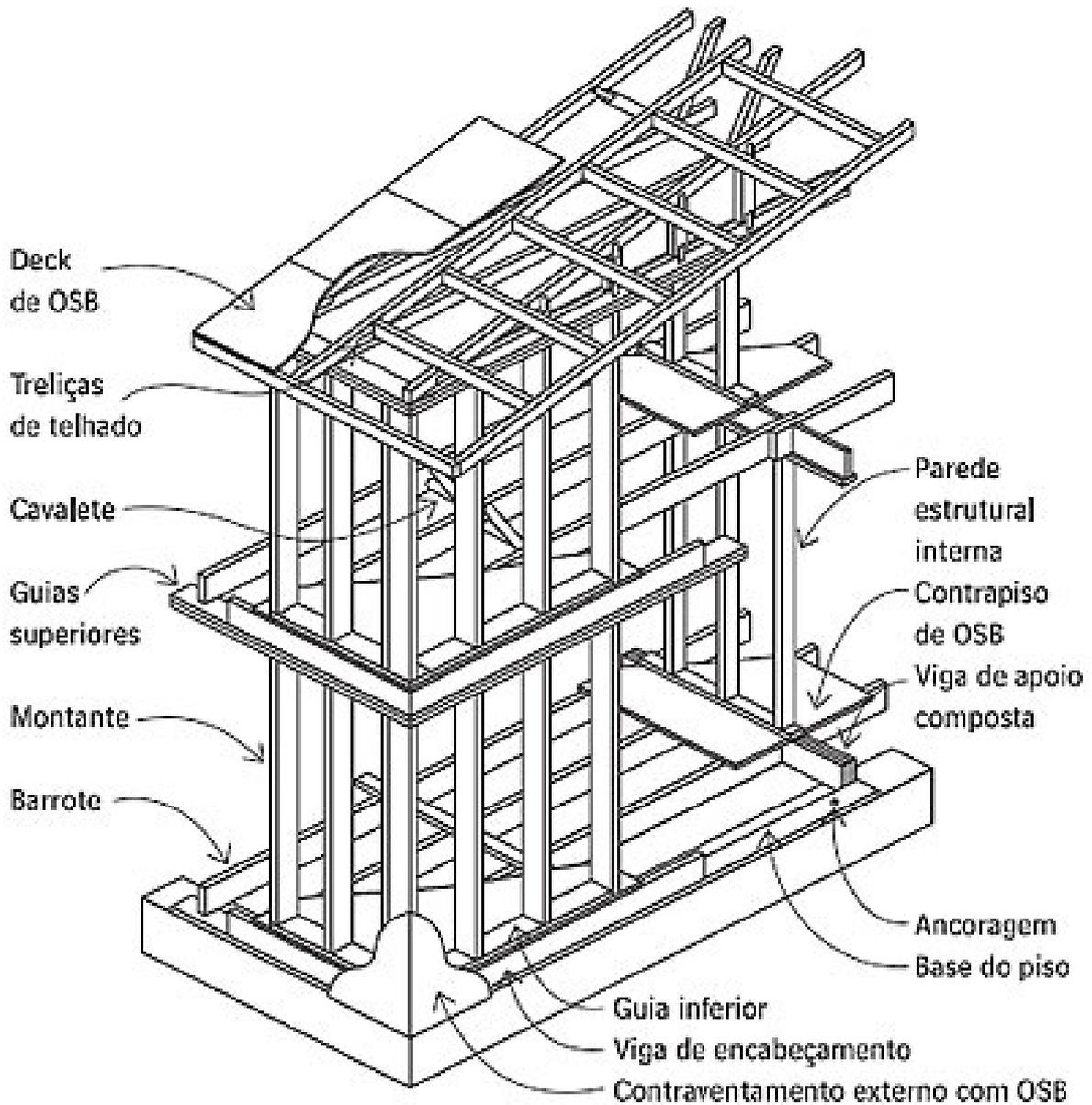


Fig. 2.16 – Sistema de montagem do light wood frame.
(TECHNE, 2008).

O estudo de caso como o demonstrado em reportagem da revista *Téchne* (2002) relata o uso do sistema para construção de moradias de baixo custo em Curitiba, pela empresa USHome, e demonstra o desempenho da técnica construtiva.

2.4.5 Metodologias de avaliação de desempenho ambiental dos edifícios

As metodologias de avaliação surgiram a partir da necessidade de constatar o desempenho ambiental dos edifícios chamados “verdes”, os métodos de avaliação de impacto ambiental apareceram a partir dos anos 90 em vários lugares do mundo.

No quadro a seguir estão os principais métodos internacionais de avaliação do desempenho nas habitações sustentáveis:

País	Sistema	Comentários
Reino Unido	BREEAM (BRE Environmental Assessment Method)	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , para várias tipologias de edifícios. Um terço dos itens avaliados são parte de um bloco opcional de avaliação de gestão e operação para edifícios em uso. Os créditos são ponderados para gerar um índice de desempenho ambiental do edifício. O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) (BALDWIN et al., 1998).
	BRE EcoHomes	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , seguindo a estrutura de categorias do BREEAM for Offices e o conceito de avaliação de edifício-base, projeto e aquisição, gestão & operação. Os créditos são ponderados para gerar um índice global de desempenho ambiental. (BRE, 2003).
	PROBE (Post-occupancy Review of Building Engineering)	Projeto de pesquisa para melhorar a retro-alimentação sobre desempenho de edifícios, através de avaliações pós-ocupação (com base em entrevistas técnicas e com os usuários) e de método publicado de avaliação e relato de energia (COHEN et al., 2001).
Internacional iiSBE	GBC (Green Building Challenge) GBTool	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> hierárquicos. Ponderação ajustável ao contexto de avaliação (COLE; LARSSON, 2000).
Hong Kong	HK-BEAM (Hong Kong Building Environmental Assessment Method)	Adaptação do BREEAM 93 para Hong Kong, em versões para edifícios de escritórios novos (CET, 1999a) ou em uso (CET, 1999b) e residenciais (CET, 1999c). Não pondera.

Quadro 2.1 – Métodos de avaliação de sustentabilidade nos edifícios.
(FONTE: FINEP, 2004).

País	Sistema	Comentários
Estados Unidos	LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	Inspirado no BREEAM. Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> . O sistema é atualizado regularmente (a cada 3-5 anos) e versões para outras tipologias estão em estágio piloto. Na versão para edifícios existentes, a linguagem ou as normas de referência foram modificados para refletir a etapa de operação do edifício (USGBC, 2001).
	LEED™ for Homes	Variação atualmente em desenvolvimento do LEED™ especificamente para a avaliação de unidades residenciais. Objetiva reconhecer e premiar as residências que incorporem práticas de excelência ambiental. Mantém os níveis de desempenho do LEED™ e praticamente as mesmas categorias de avaliação, exceto “localização e conexões” e “conscientização do usuários”, que foram adicionadas (USGBC, 2005)
	MSDG (Minnesota Sustainable Design Guide)	Sistema com base em critérios (emprego de estratégias de projeto ambientalmente responsável). Ferramenta de auxílio ao projeto (CARMODY et al. 2000).
Suécia	EcoEffect	Método de LCA para calcular e avaliar cargas ambientais causadas por um edifício ao longo de uma vida útil assumida. Avalia uso de energia, uso de materiais, ambiente interno, ambiente externo e custos ao longo do ciclo de vida (LCC ²). A avaliação de uso de energia e de uso de materiais é feita com base em LCA; enquanto a avaliação de ambiente interno e de ambiente externo é feita com base em critérios. Um software de apoio, no momento com base de dados limitada, foi desenvolvido para cálculo dos impactos ambientais e para apresentação dos resultados (GLAUMANN, 1999)
	Environmental Status of Buildings	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , modificado segundo as necessidades dos membros. Sem LCA ou ponderação (GLAUMANN; VON PLATEN, 2002)
Dinamarca	BEAT 2002 (Building Environmental Assessment Tool)	Método de LCA, desenvolvido pelo SBI ³ , que trata os efeitos ambientais da perspectiva do uso de energia e materiais (GLAUMANN; VON PLATEN, 2002)
Noruega	EcoProfile	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> hierárquicos, influenciado pelo BREEAM. Possui duas versões: edifícios comerciais e residenciais (PETTERSEN, 2002; GLAUMANN; VON PLATEN, 2002)
Finlândia	PromisE Environmental Classification System for Buildings	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , com ponderação fixa para quatro categorias: saúde humana (25%), recursos naturais (15%), consequências ecológicas (40%) e gestão de risco (20%) (AHO, 2002; HUOVILA et al., 2002).

Quadro 2.2 - Métodos de avaliação de sustentabilidade nos edifícios.
(FONTE: FINEP, 2004).

País	Sistema	Comentários
Canadá	BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria)	Inspirado no BREEAM e dedicado a edifícios comerciais novos ou existentes. O sistema é orientado a incentivos, e distingue critérios de projeto e de gestão separados para o edifício-base e para as formas de ocupação que ele abriga (COLE; ROUSSEAU; THEAKER, 1993)
	BREEAM Canada	Adaptação do BREEAM (SKOPEK, 2002)
Áustria	Comprehensive Renovation	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , para residências para estimular renovações abrangentes em vez de parciais (GEISSLER, 2002)
Alemanha	EPIQR	Avaliação de edifícios existentes para fins de melhoria ou reparo (LÜTZKENDORF, 2002)
França	NF Bâtiments Tertiaires Démarche HQE	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> . Sua ponderação é baseada no perfil de desempenho específico definido para cada projeto. Inclui avaliação da gestão do desenvolvimento do empreendimento. O resultado é um perfil de desempenho global, detalhado pelas 14 preocupações ambientais definidas pela Associação HQE (CSTB, 2005)
	Certification Habitat & Environnement	Sistema desenvolvido especificamente para a certificação de edifícios habitacionais novos, coletivos e multifamiliares. O resultado apresenta-se sob a forma de um perfil de desempenho mínimo considerando 7 temas (QUALITEL, 2005)
Japão	CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> . Composto por várias ferramentas para diferentes estágios do ciclo de vida. Inspirada na GBTool, a ferramenta de projeto trabalha com um índice de eficiência ambiental do edifício (BEE), e aplica ponderação fixa e em todos os níveis (JSBC, 2002).
	BEAT (Building Environmental assessment Tool)	Ferramenta LCA publicada pelo BRI (Building Research Institute), em 1991.
Austrália	NABERS (National Australian Building Environment Rating Scheme)	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> . Para edifícios novos e existentes. Atribui uma classificação única, a partir de critérios diferentes para proprietários e usuários. Em estágio-piloto. Os níveis de classificação são revisados anualmente (VALE et al , 2001)
	Green Star	Sistema com base em critérios e <i>benchmarks</i> , que pretende abranger várias tipologias de edifícios. No momento, apenas a versão para escritórios está implementada. (GBCA, 2005)

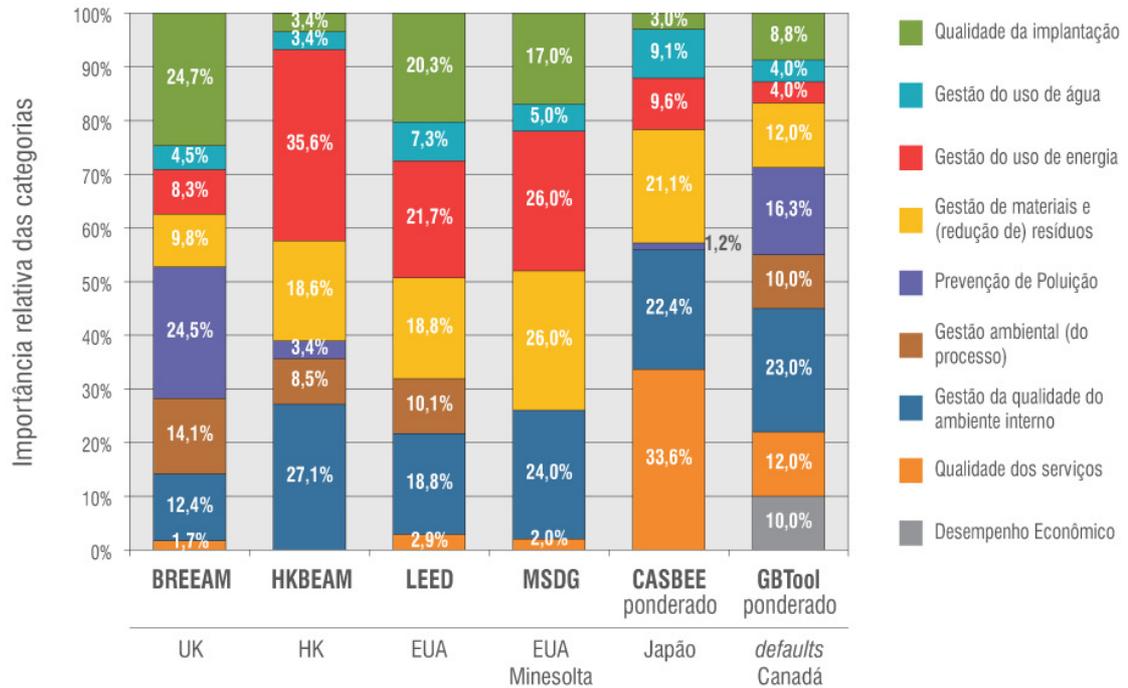
Quadro 2.3 - Métodos de avaliação de sustentabilidade nos edifícios..
(FONTE: FINEP, 2004).

De todos os métodos descritos, os que têm maior destaque internacional podem ser vistos na figura a seguir:

- BREEAM, o primeiro deles e que embasou os vários sistemas orientados ao mercado subseqüentes;
- BRE EcoHomes, derivado do BREEAM, específico para edifícios residenciais;
- BEPAC, o primeiro sistema orientado a pesquisa metodológica;
- LEED™, atualmente o método com maior potencial de crescimento, pelo investimento maciço que está sendo feito para sua difusão e aprimoramento;
- LEED for Homes, derivado do LEED específico para edifícios residenciais;
- CASBEE, o método lançado mais recentemente, que introduziu alguns conceitos inovadores à avaliação de edifícios;
- NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE, metodologia inovadora que avalia o sistema de gestão do desenvolvimento do empreendimento, além de suas características de desempenho, as quais são priorizadas em função do contexto e dos princípios de sustentabilidade do empreendedor;
- Certification Habitat & Environnement, avalia o desempenho ambiental de edifícios residenciais franceses;
- GBC - GBTool, sucessor do BEPAC e utilizado no estudo exploratório;
- Green Star – combina aspectos do BREEAM e do LEED.

Quadro 2.4 - Resumo dos principais métodos de avaliação de sustentabilidade nos edifícios.
(FONTE: FINEP, 2004).

A tabela a seguir demonstra que diferentes métodos têm diferentes focos; enquanto alguns preocupam-se mais na energia gasta desde o processo de construção até o fim da vida útil do edifício, outros focam na qualidade do ambiente interno, ou na emissão de poluentes.



Tab. 2.1 – Ênfases dos diferentes métodos de avaliação (FONTE: FINEP, 2004).

3. ANÁLISE DE OBRAS CORRELATAS

3.1 Casa Eficiente Eletrosul. Florianópolis – SC, 2004.

Rua: Deputado Antônio Edu Vieira, 999
Bairro: Pantanal
Cidade: Florianópolis, SC
País: Brasil
Número de pavimentos: 2
Área construída: 206 m²
Idealizadores: Eletrosul, Eletrobras/ Procel e LabEEE
Inaugurada em: 02.abr.2009.



Fig. 3.1 – Foto da Casa Eficiente.
(FONTE: ELETROSUL,2004).

O Projeto Casa Eficiente foi desenvolvido para divulgar tecnologias de eficiência energética e de conforto ambiental para edificações residenciais. Tem também a pretensão de tornar-se uma referência nacional para a disseminação de tais conceitos. É resultado de uma parceria entre Eletrosul, Eletrobras/ Procel e Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE/ UFSC). Atualmente, é também a sede do Laboratório de Monitoramento Ambiental e Eficiência Energética (LMBEE).

A Casa Eficiente foi construída no pátio da sede da ELETROSUL, na cidade de Florianópolis, em Santa Catarina. O programa consiste em uma residência de dois pavimentos para família de quatro pessoas, de 206 m². Os condicionantes princípios para o projeto foram:

- Aproveitamento das condições climáticas locais (radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar e ventos predominantes).
- Equilíbrio entre a tecnologia e o aproveitamento de fontes naturais de energia.
- Emprego de sistemas alternativos de resfriamento e aquecimento ambiental.
- Prioridade no uso de materiais locais (renováveis ou de menor impacto ambiental).
- Uso eficiente da água, aproveitamento de água pluvial, tratamento de efluentes por zona de raízes e aproveitamento dos efluentes de águas cinza após tratamento biológico.
- Integração do partido arquitetônico com sistemas complementares, tais como aquecimento solar e geração de energia fotovoltaica.
- Acessibilidade.

O piso térreo é reservado para os cômodos da casa, com dois quartos, uma sala de dois ambientes (estar e jantar), uma cozinha, uma área de serviço coberta e um banheiro. No piso superior encontram-se os equipamentos para o perfeito funcionamento da mesma: instalações hidráulicas, sistemas de aquecimento de água por captação solar e de geração de energia fotovoltaica (os módulos fotovoltaicos serão instalados futuramente). Há também uma área para recepção a grupos de visitação.

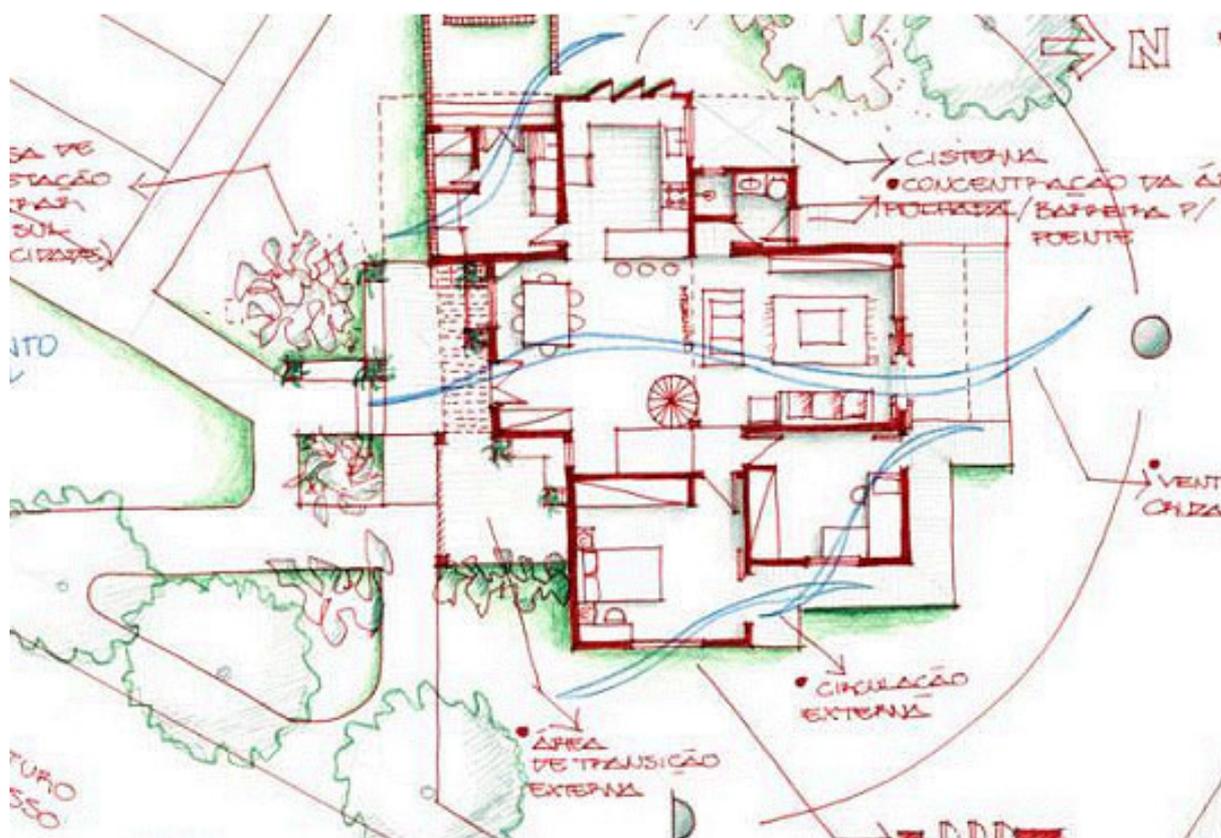


Fig. 3.2 - Planta esquemática da Casa Eficiente.
(FONTE: ELETROSUL,2004).

A casa tem setorização bem demarcada: os espaços se organizam em torno da sala (setor social), a oeste ficam os cômodos do setor de serviços que coincidem com a área úmida da casa – cozinha, área de serviço e banheiro; a leste se situam os quartos (setor íntimo). Visando facilitar a circulação do público, o uso de corredores foi evitado no projeto. A sala articula os fluxos para os outros ambientes. A circulação vertical é por meio de rampa externa.

A orientação Norte-Sul da edificação possibilita melhor aproveitamento da radiação solar nos períodos de inverno e iluminação natural através das aberturas. A ventilação cruzada foi amplamente utilizada e houve uma preocupação com a disposição dos cômodos, possibilitando que todos tenham aberturas externas em pelo menos duas de suas faces para maior eficiência da circulação de ar nos ambientes de maior permanência – sala de estar/jantar e quartos. Esquadrias de vidros duplos asseguram o isolamento térmico das vedações e persianas externas de PVC permitem sombreamento diurno. A ventilação

noturna conta com insuflamento mecânico do ar externo durante o verão. Foi utilizado um elemento vazado a fim de amenizar os efeitos do vento sul. O banheiro, que possui período bem menor de permanência, está localizado na fachada noroeste, e funciona como barreira térmica contra a insolação.

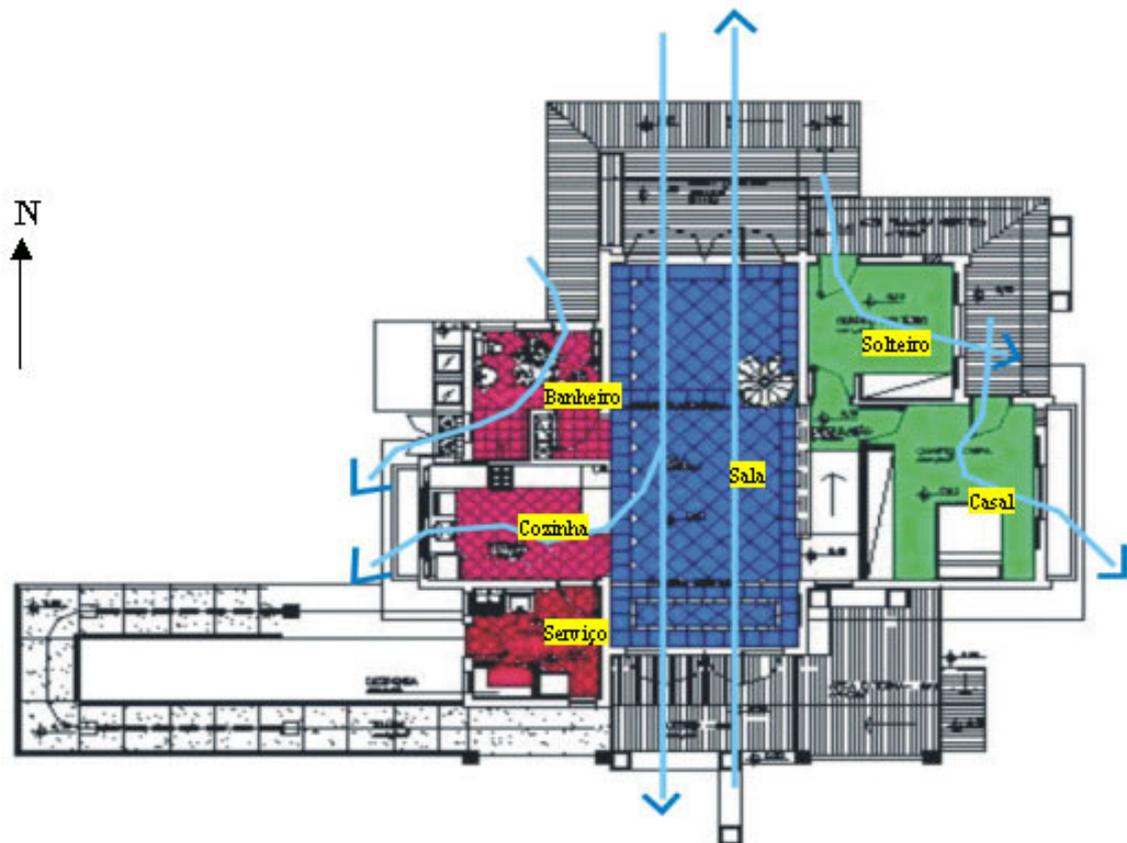


Fig. 3.3 – Estudo de ventos para a Casa Eficiente.
(FONTE: ELETROSUL,2004).

Um tubo de cobre com água quente, que corre junto ao rodapé, serve de aquecedor para os quartos. A circulação se dá de maneira forçada, com o auxílio de uma motobomba, e o calor se propaga por convecção e radiação. O acionamento da bomba é feito de maneira automática, através de um sensor de temperatura, que liga o sistema quando a temperatura se encontra abaixo dos 18° C. A água que circula nos tubos é aquecida com a energia do sol, através dos painéis coletores da cobertura. Isto minimiza o uso de energia elétrica gasta no aquecimento. Além disso, o gasto com água é mínimo, pois o sistema é fechado; apenas quando se dá a troca da água para limpeza é que há algum gasto.

A estrutura consiste em paredes duplas autoportantes com 25cm de espessura feitas em tijolo cerâmico maciço, com uma camada interna de manta de lã de rocha para isolamento térmico. O mezanino na sala é suportado por toras de eucalipto autoclavado.



Fig. 3.4 – Detalhe – paredes duplas autoportantes.
(FONTE: ELETROSUL,2004).

Para o fechamento a prioridade foi para materiais locais (renováveis ou de menor impacto ambiental). Com o intuito de incentivar a produção local e diminuir gastos energéticos com transporte optou-se pelo uso de telhas e tijolos maciços cerâmicos aparentes, que são abundantes na região de Santa Catarina. Aproveitou-se também o entulho resultante da remoção do antigo piso do local onde foi construída a Casa Eficiente, como agregado graúdo para a produção do concreto utilizado na construção da rampa externa.

O telhado jardim foi adotado experimentalmente como cobertura em alguns cômodos com o objetivo de avaliar o seu desempenho térmico. Os conceitos de arquitetura orgânica de Frank Lloyd Wright pautaram a adoção de materiais que permitissem sua aplicação em estado natural de cor e características físicas, estabelecendo uma linguagem arquitetônica integrada com a natureza.



Fig. 3.5 – Utilização de materiais locais na edificação.
(**FONTES:** ELETROSUL, 2004).

O projeto paisagístico selecionou espécies frutíferas e nativas da Mata Atlântica, algumas em vias de extinção. A vegetação aplicada no projeto possibilita a criação de microclima local, utilizando as espécies selecionadas para diminuir a velocidade do vento sul, através da sua disposição em barreiras.

A Casa Eficiente utiliza um sistema de reaproveitamento de água chamado de Tanque de Zona de Raízes, que constitui-se em um leito cultivado no qual as águas do esgoto entram em contato com as raízes de plantas, que

promovem a liberação de oxigênio. Este oxigênio cria um ambiente propício ao desenvolvimento de bactérias que fixam nutrientes para o desenvolvimento de novas plantas. Este sistema tem a vantagem de não utilizar energia elétrica nem liberar odores, e cria a possibilidade do reuso da água para fins não-potáveis.

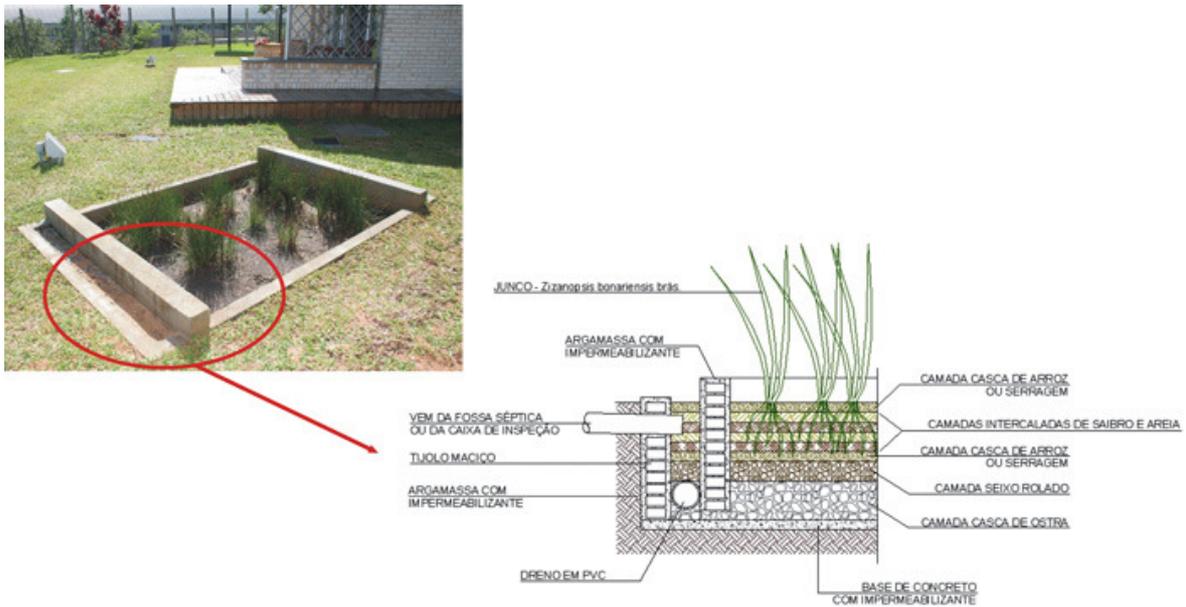


Fig. 3.6 – Tanque de Zona de Raízes.
(FONTE: ELETROSUL, 2004).

3.2 Urbanismo sustentável Pedra Branca. Palhoça - SC, 2004

Cidade Pedra Branca

Local: Palhoça, SC

Início do projeto: 2004

Área do terreno: 400.000 m²

Área construída: 1.700.000 m²

Urbanismo e arquitetura: DPZ - Duany Plater-Zyberk; Jaime Lerner Arquitetos Associados; Sílvia Lenzi Consultoria; Benedito Abbud Paisagismo; Desenho Alternativo; Mantovani e Rita; Marchetti e Bonetti; MOS Arquitetos Associados; RC Arquitetura; Ruschel e Teixeira Netto Arquitetos; Studio Domo Arquitetura e Design.



Fig.3.7 – Maquete eletrônica da Cidade Pedra Branca.
(FONTE: PROJETO DESIGN, 2008).

O projeto da cidade-bairro Pedra Branca, foi um dos vinte finalistas do “Prêmio Mundial de Cidades Sustentáveis”, promovido pelo jornal Financial Times, de Londres e Urban Land Institute, sendo o único projeto sul-americano incluído nos cases selecionados. O local para a implantação situa-se na cidade de Palhoça, a 15 quilômetros de Florianópolis e ocupa 250 hectares.

Premiado na XI Bienal Internacional de Arquitetura de Buenos Aires, o empreendimento privado procura fugir do conceito dos condomínios fechados, com a proposta de unidades multifuncionais sustentáveis para morar, trabalhar, estudar e lazer.



Fig.3.8 – Praça e edifícios da Cidade Pedra Branca.
(FONTE: PROJETO DESIGN, 2008).

O projeto foi baseado nos princípios do Novo Urbanismo da década de oitenta, e irá suprir o rápido crescimento da cidade de Florianópolis. A cidade-bairro apresenta baixa densidade e prioriza o pedestre, e com isso, permite a preservação do meio ambiente local e áreas verdes, e apresenta-se como uma

alternativa para projetos e desenvolvimento de centros de alta-densidade. A proposta é abrigar uma população de 30 mil pessoas, dentro de 10 a 15 anos, em que os 1,7 milhões de metros quadrados sejam destinados aos setores comercial, serviços, e outras facilidades como biblioteca, centro cultural e hotel.



Fig.3.9 – Edifícios multifuncionais ao longo do espaço público.
(FONTE: PROJETO DESIGN, 2008).



Fig.3.10 – Residência Universitária na Cidade Pedra Branca.
(FONTE: PROJETO DESIGN, 2008).

As atividades culturais, comerciais e de lazer interligam-se por ciclovias que passam por áreas verdes e lagos, com vista para a cordilheira e fazem a ligação com a praça central que concentra os usos cívico-culturais.



Fig.3.11 – Setorização dos principais usos.
(FONTE: PROJETO DESIGN, 2008).

1 - Praça e Anfiteatro. 2 – Hotel. 3 – Praça principal.
4 – Centro Cultural. 5 – Biblioteca. 6 – Edifício comercial.

A quadra D, onde está prevista a construção do Centro Cultural foi projetada pelo escritório Jaime Lerner Arquitetos Associados, e abrange em seu programa um teatro com capacidade para 800 pessoas, dois cinemas, salas de exposições, estúdios de criação, galeria de arte, livraria e cafeteria integrados às ruas do entorno através de grandes aberturas, rampas e galerias.

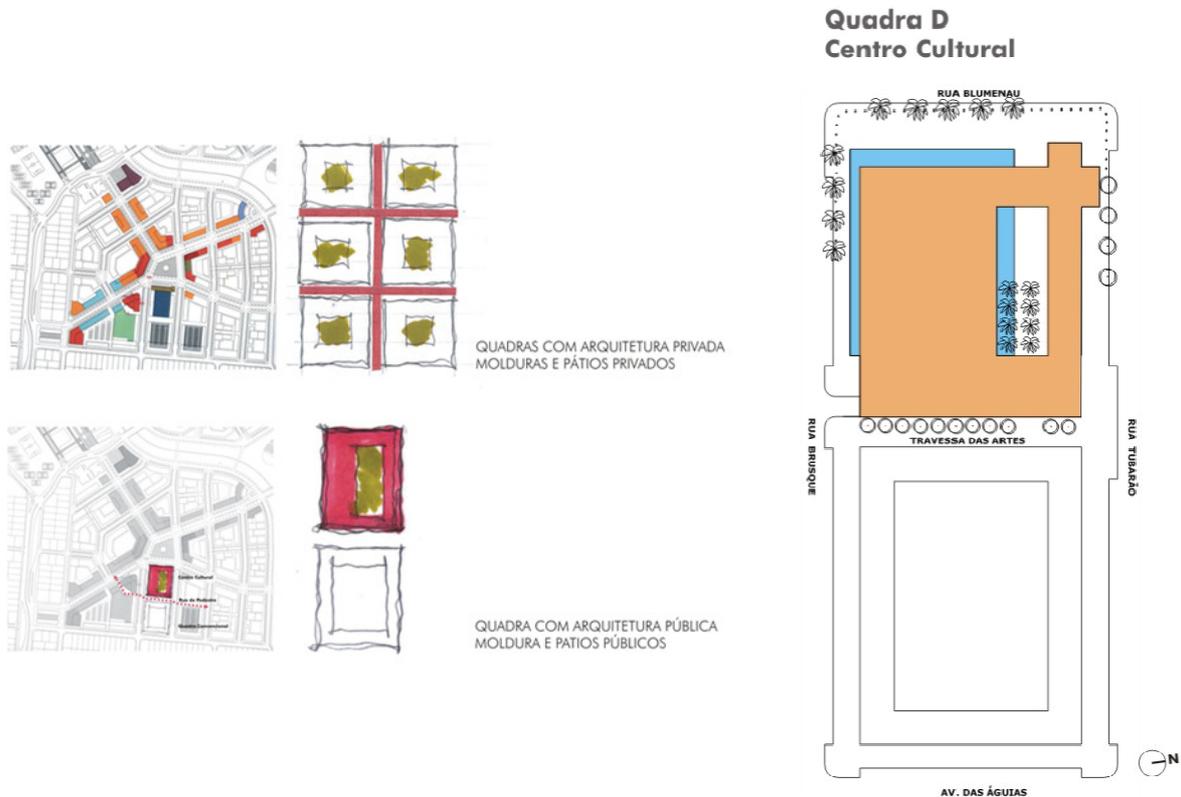
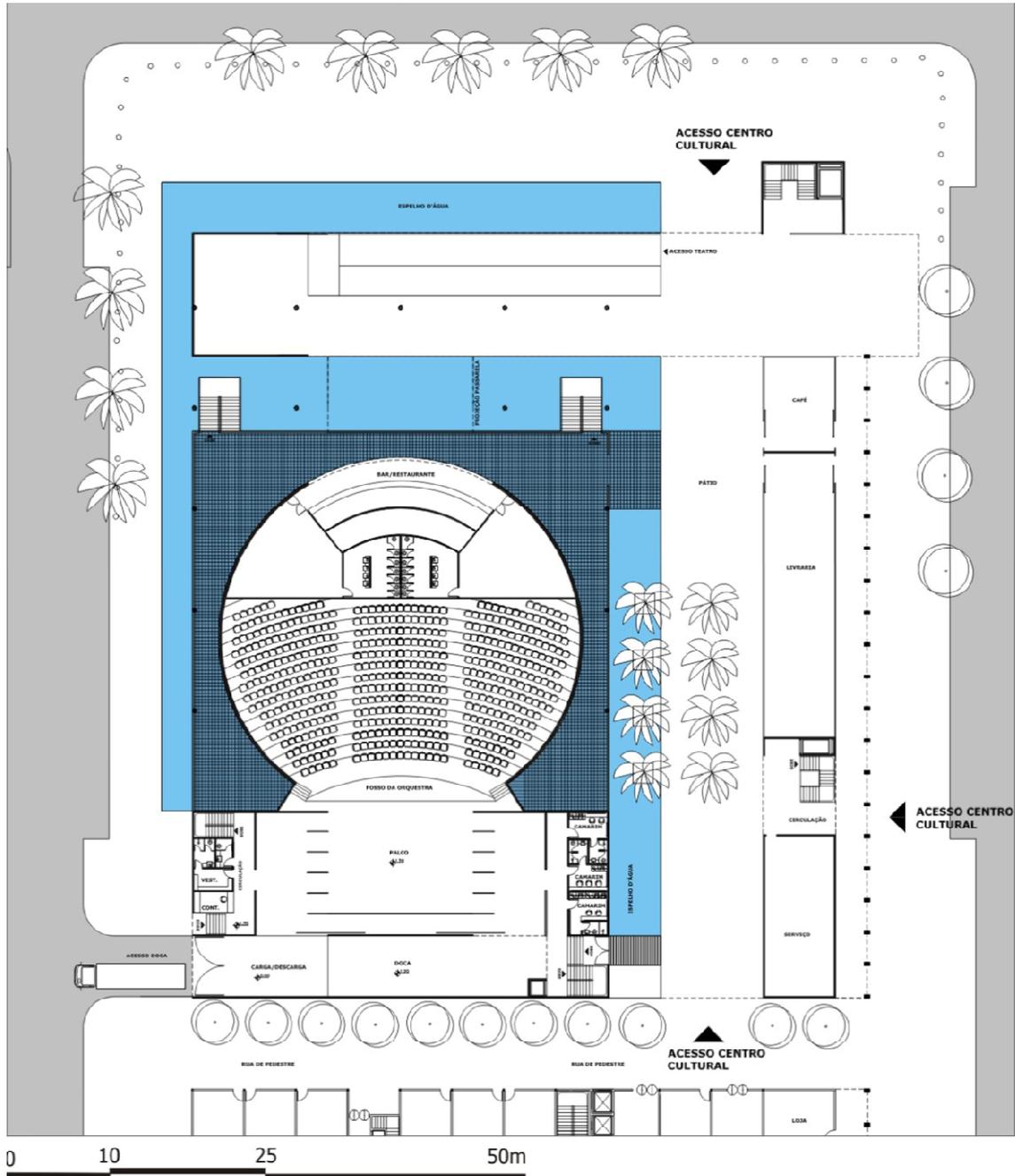


Fig.3.12 – Situação da quadra D – Centro Cultural.
(FONTE: JAIME LERNER ARQUITETOS E ASSOCIADOS, 2009).

A quadra situa-se de frente à praça principal da cidade, entre as ruas Blumenau, Tubarão e Brusque e a Travessa das Artes.

O espelho d'água, de acordo com o arquiteto, é parte de um percurso expositivo a respeito da importância da água na vida do planeta e de sua importância na história da humanidade, da sua utilização para a geração da energia.

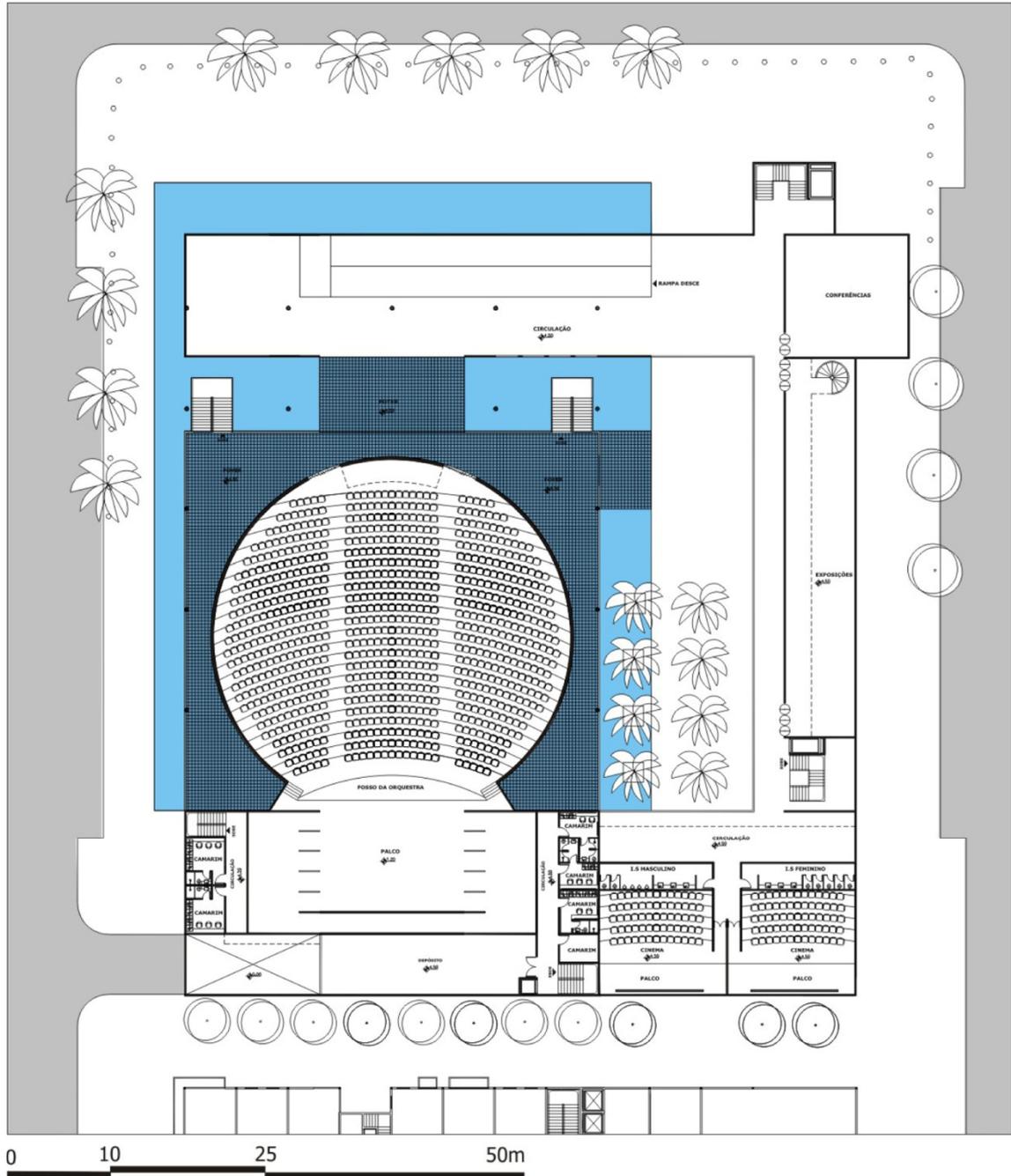


Planta Térreo

jaime lerner
arquitetos associados

Fig.3.13 – Planta térrea do Centro Cultural.
(Fonte: JAIME LERNER ARQUITETOS E ASSOCIADOS, 2009).

À direita: café, livraria e serviços, ao centro o teatro e na porção inferior doca de carga e descarga, rua de pedestres e lojas.

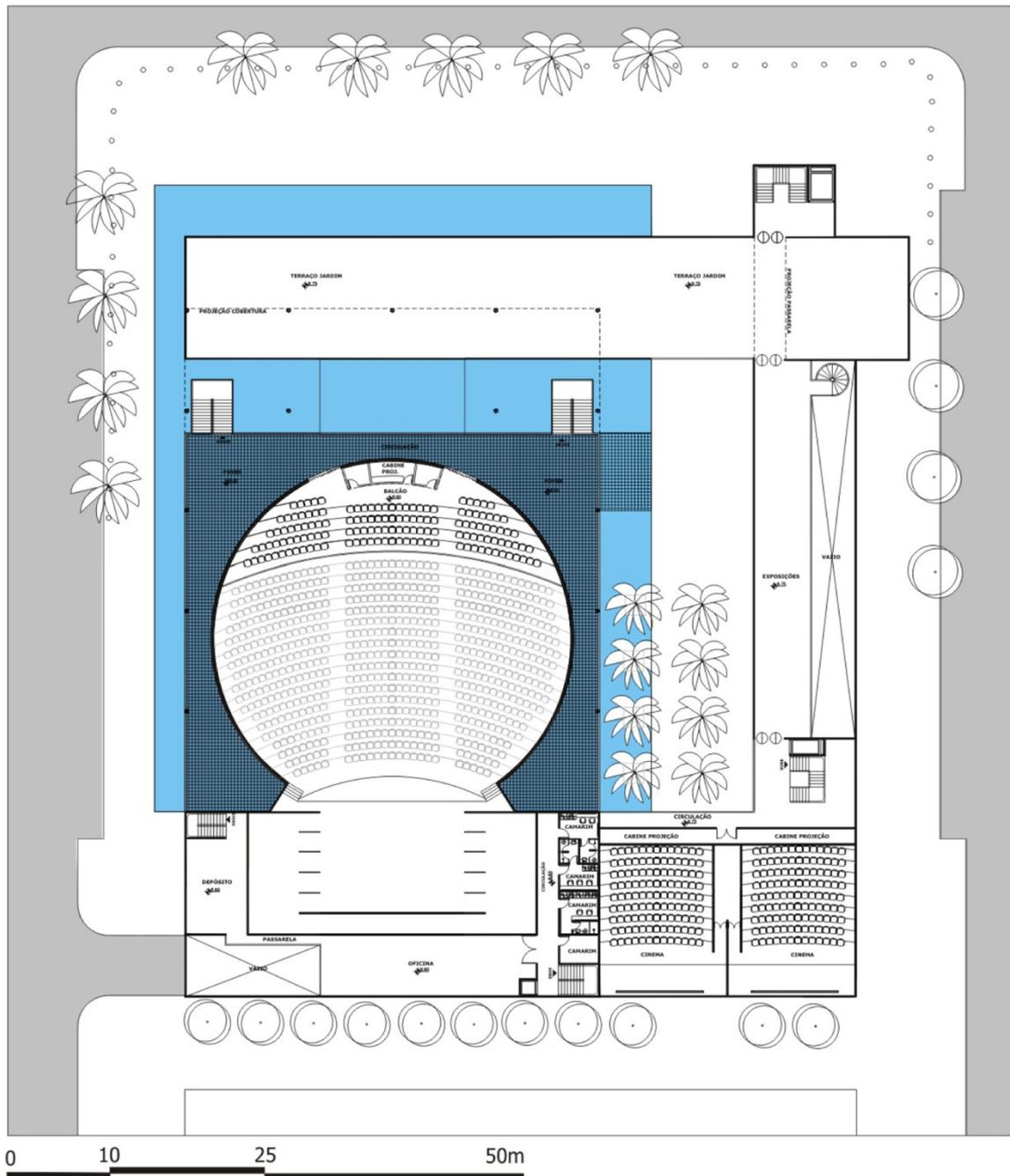


Planta 1º Pavimento

jaime lerner
arquitetos associados

Fig.3.14 – Planta do primeiro andar do Centro Cultural.
(FONTE: JAIME LERNER ARQUITETOS E ASSOCIADOS, 2009).

À direita: conferências e reuniões. Ao fundo: sanitários e cinema.

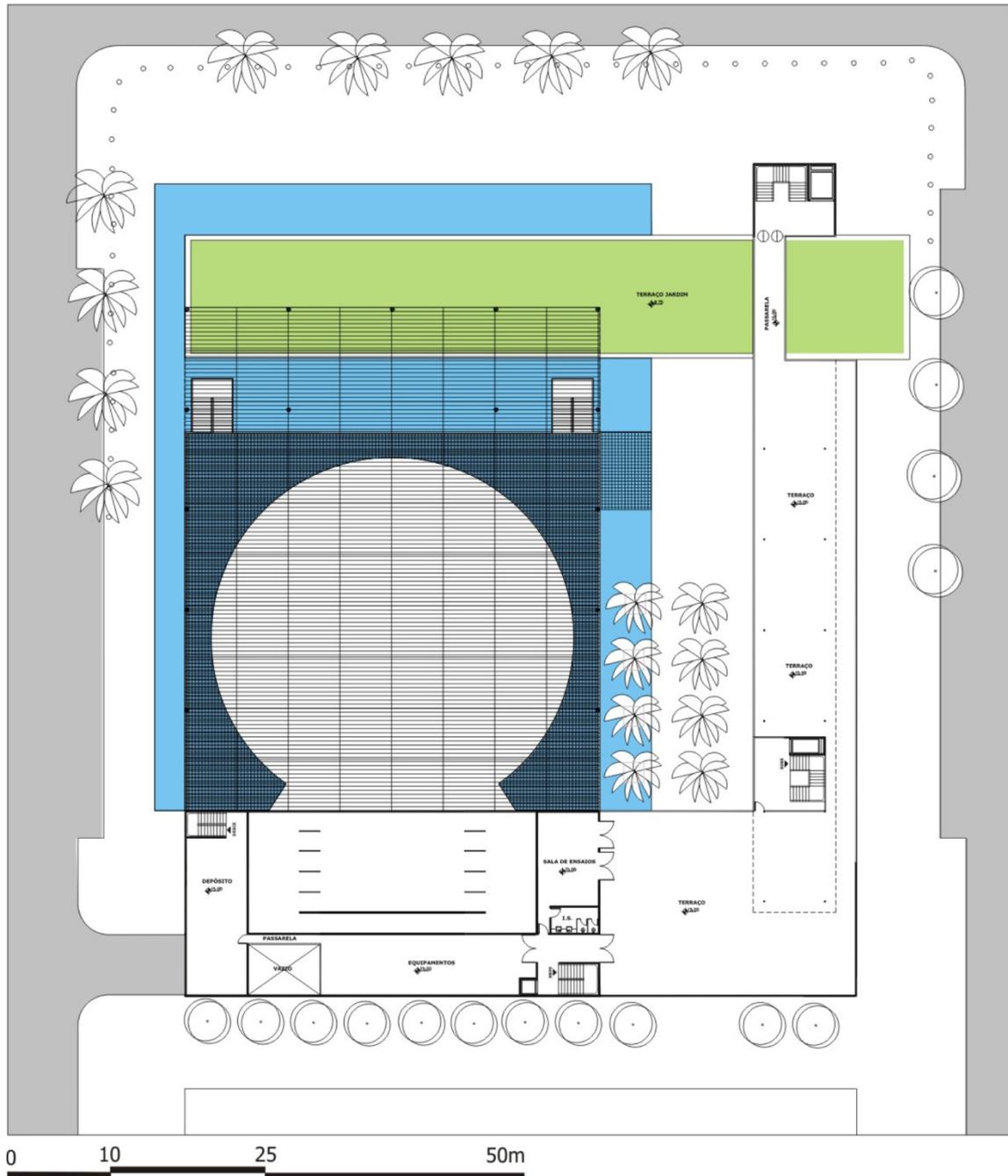


Planta 2º Pavimento

jaime lerner
arquitetos associados

Fig.3.15 – Planta do segundo andar do Centro Cultural.
(FONTE: JAIME LERNER ARQUITETOS E ASSOCIADOS, 2009).

À direita: exposições. Abaixo: oficina e cabines de projeção.
À esquerda o teatro e acima, terraço jardim.



Planta 3º Pavimento

jaime lerner
arquitetos associados

Fig.3.16 – Planta do terceiro andar do Centro Cultural.
(FONTE: JAIME LERNER ARQUITETOS E ASSOCIADOS, 2009).

À direita: terraço. Acima: terraço jardim. Abaixo: depósito, equipamentos e sala de ensaio.

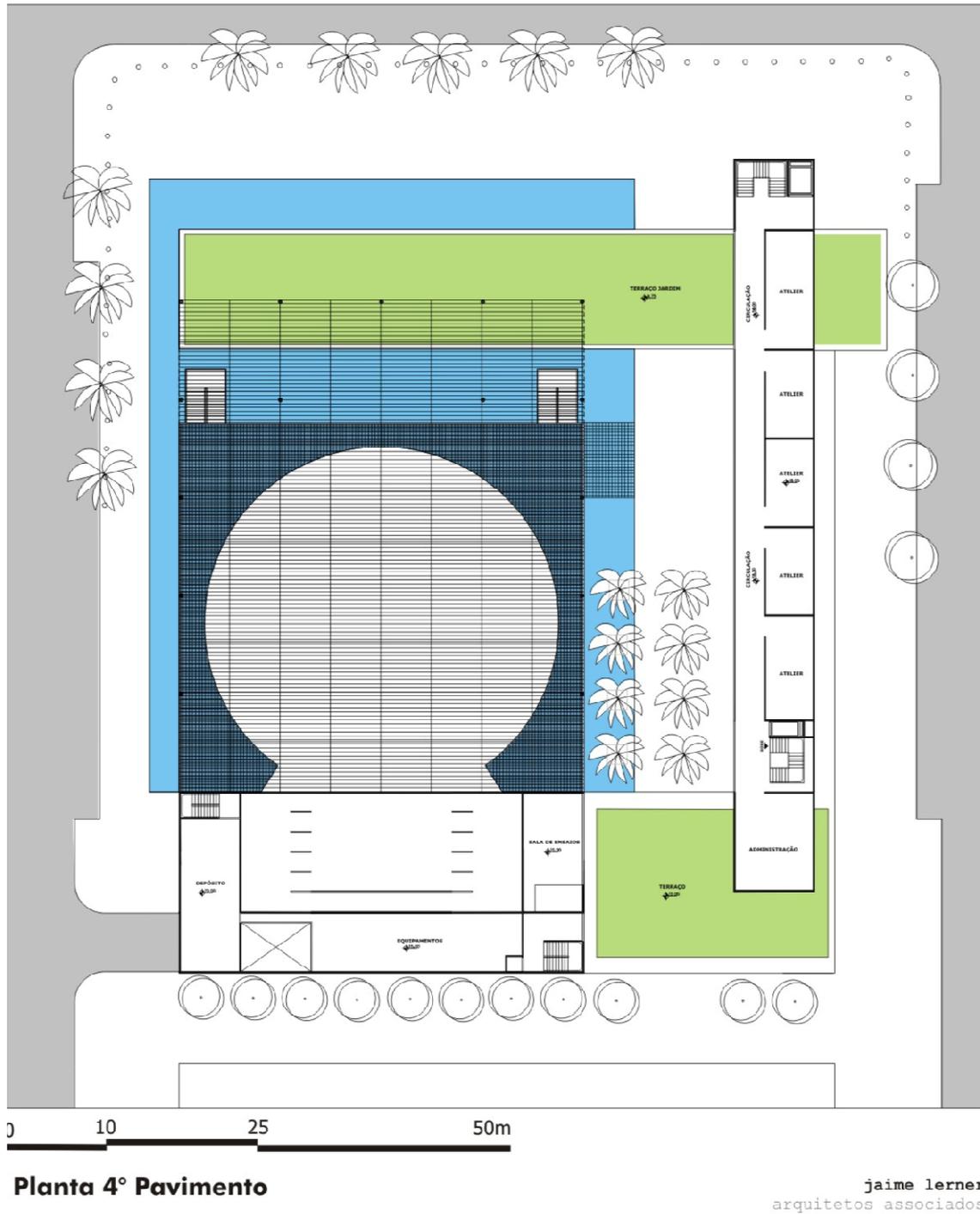


Fig.3.17 – Planta do quarto andar da quadra do Centro Cultural.
(FONTE: JAIME LERNER ARQUITETOS E ASSOCIADOS, 2009).

À direita: atelier e administração. Abaixo: depósito, equipamentos e sala de ensaios. Acima: terraço jardim.

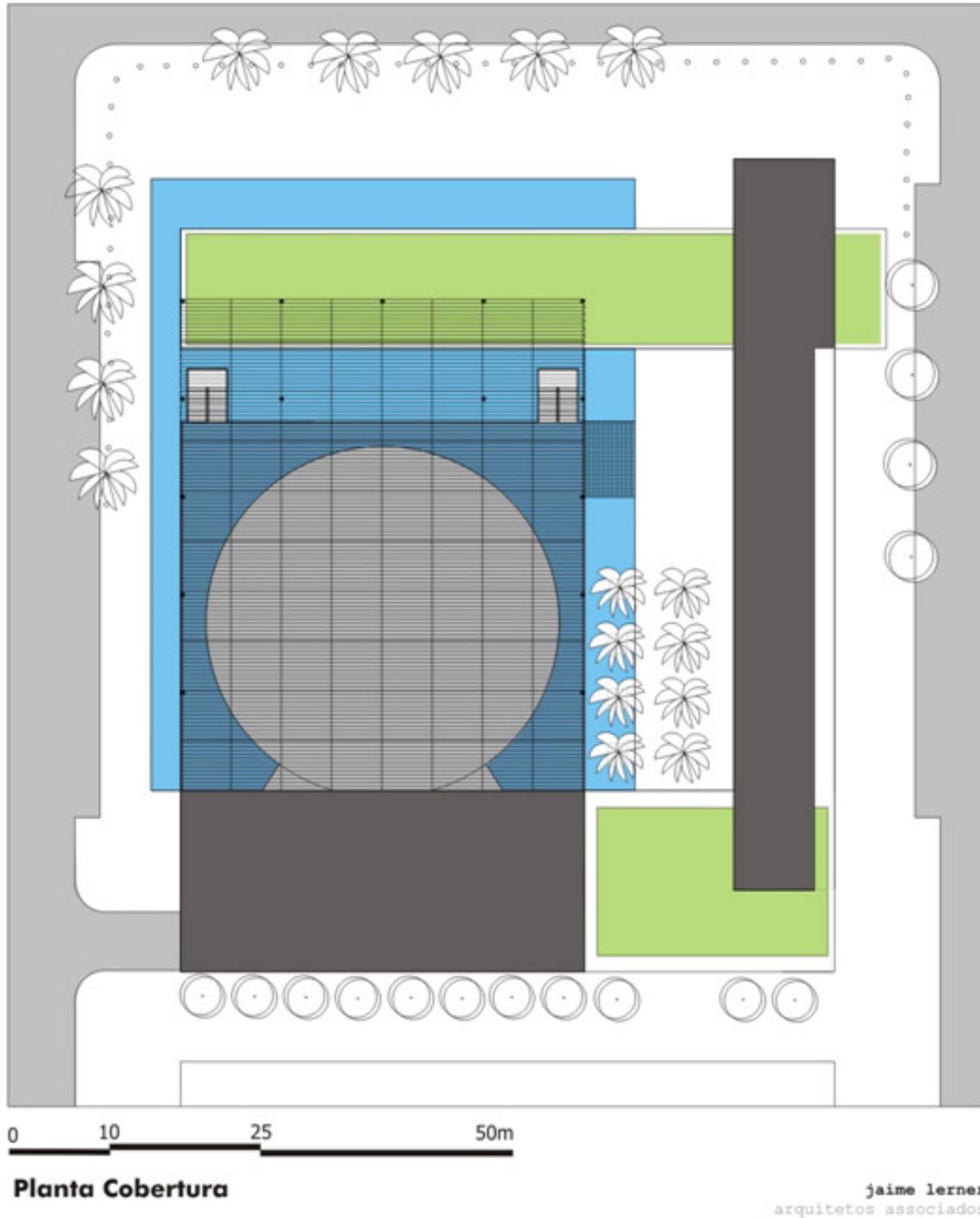
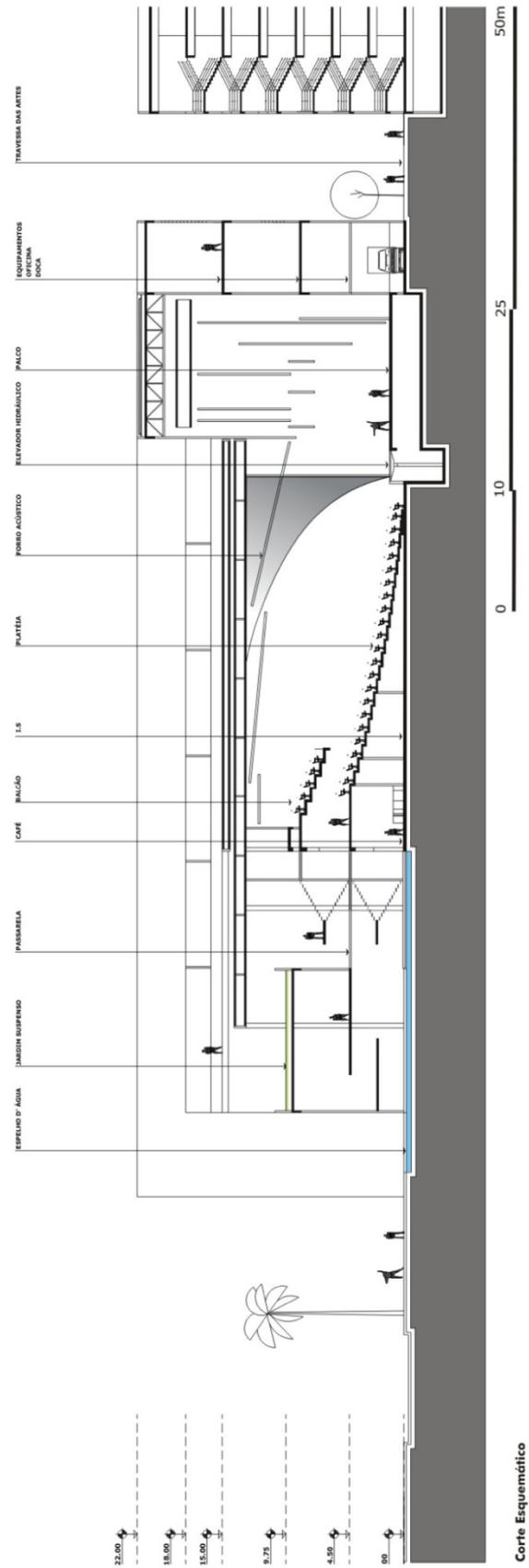


Fig.3.18 – Planta de cobertura da quadra D – Centro Cultural.
(FONTE: JAIME LERNER ARQUITETOS E ASSOCIADOS, 2009).



jaime lerner
arquitetos associados

Fig.3.19 – Corte do Edifício Centro Cultural.
(Fonte: JAIME LERNER ARQUITETOS E ASSOCIADOS, 2009).

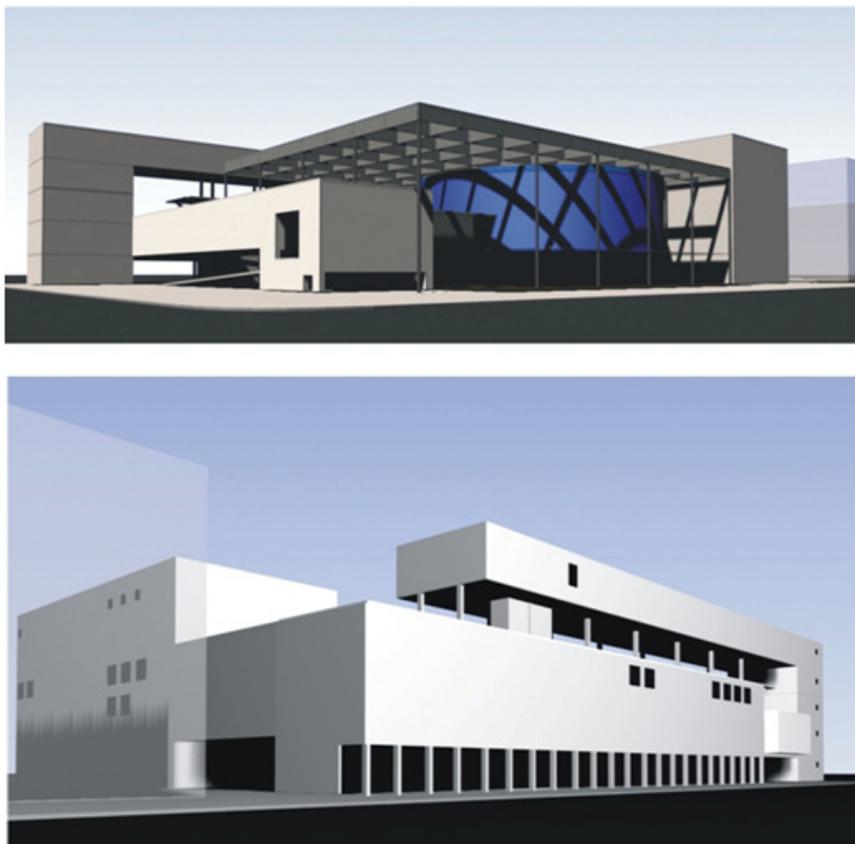


Fig.3.20 – Perspectiva do Edifício Centro Cultural.
(**FONTE:** JAIME LERNER ARQUITETOS E ASSOCIADOS, 2009).

O projeto da Cidade Pedra Branca possui o certificado LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) de sustentabilidade e eficiência ambiental. Os materiais são locais, as paredes são de alvenaria de tijolos para os apartamentos do térreo, lojas e restaurantes nos pavimentos superiores. O estacionamento é subterrâneo e grande parte dos edifícios possui pátios internos para complementar as áreas verdes públicas, com telhados-jardim em parte da cobertura.

Apesar de contar com o certificado LEED, o conceito do Urbanismo Sustentável do projeto Pedra Branca é o planejamento urbano, presente na integração da habitação, comércio, estudo, trabalho e lazer, que podem ser percorridos a pé ou de bicicleta, sem o automóvel, com isso diminuindo a emissão de CO², em ambientes com qualidade de vida, explorando as belas visuais da colina, e na preservação de reservas ambientais com áreas verdes bem distribuídas na infra-estrutura proposta.

3.3 100K House – I.S. Architects. Filadélfia – USA, 2009

Endereço: 2100 - 2102 E Susquehanna Ave, bairro: East Kensington

Cidade: Filadélfia, PA 19125

País: Estados Unidos

Número de unidades por lote: 2

Nome das unidades: 100K House e 120K House

Número de pavimentos: 2

Área construída: 100K House:106 m² e 120K House:119 m²

100k House- site oficial

Postgreen- idealizador

Interface Studio Architects LLC- arquiteto

Build It Green Philly- construtor

MaGrann Associates- provedor de LEED

Zero Energy Design- consultor de energia

Pappajohn Woodworking- marcenaria sustentável.

Inaugurada em: 02.abr.2009.

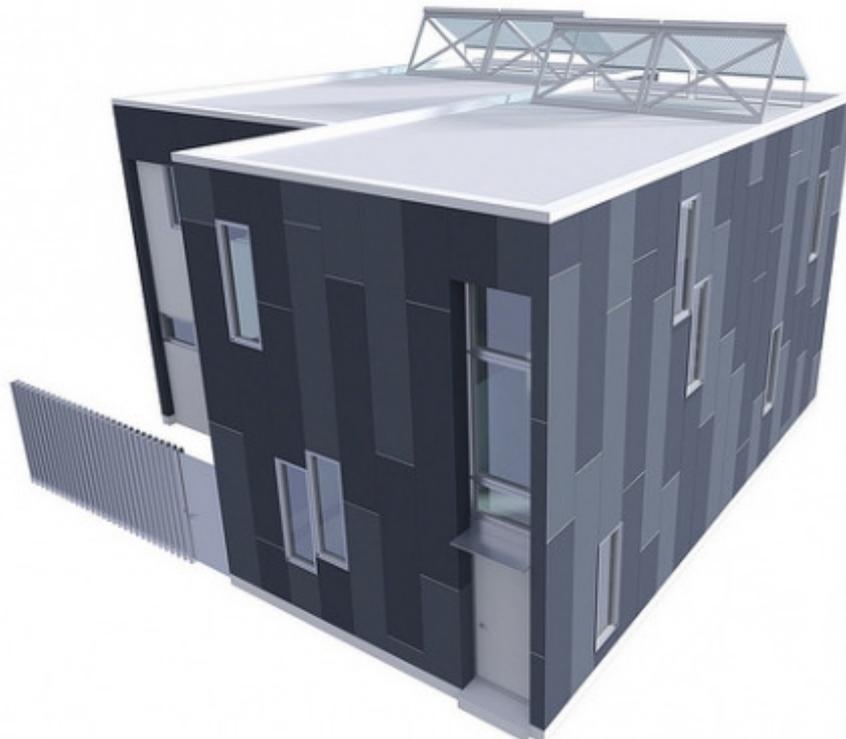


Fig. 3.21 – Maquete eletrônica da *100K House* I.S. Architects.
(FONTE: POSTGREEN, 2009).

O 100K House foi idealizado na tentativa de provar que construções ecologicamente corretas podem ser economicamente viáveis. O nome do projeto é o objetivo do custo da construção, contando com material e mão de obra, para a menor das casas.

O projeto tem como objetivo oferecer uma casa a preço acessível que coloca em alta prioridade qualidade, design, eficiência energética, a saúde e sustentabilidade com o mínimo necessário, ao contrário das publicações mais recentes em arquitetura sustentável no país, que podem conduzir o preço de novas construções fora do alcance da maioria dos compradores. Foi dispensado um trabalho extensivo na concepção inicial da casa, incluindo avançadas simulações energéticas, para garantir que o morador receberá o seu investimento de volta com o melhor de todos os valores essenciais da casa - concepção, qualidade, eficiência energética, saúde e sustentabilidade.

O Código de Zoneamento da cidade da Filadélfia permite que sejam construídas edificações que ocupem até 70% do lote. Para esquinas, pode-se ocupar até 80% da área. Dependendo do terreno a ser implantado, o modelo da 100K House pode ser maior. Para lotes mais profundos, pode-se dividir a planta da casa em duas porções para criar quartos maiores ou áreas de convívio.

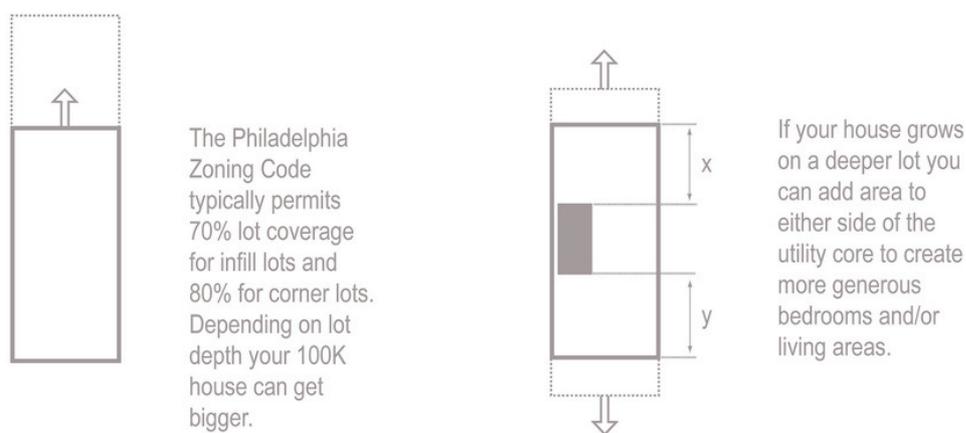


Fig. 3.22 - Implantação esquemática conforme o zoneamento da cidade.
(FONTE: POSTGREEN, 2009).

A casa possui 106 m² distribuídos em dois pavimentos de planta livre. As áreas molhadas encontram-se na posição central da planta, a cozinha é em ilha, no pavimento térreo e é aberta para a sala. A escadaria delimita a área privada da residência, e os dois quartos ocupam o pavimento superior da planta.

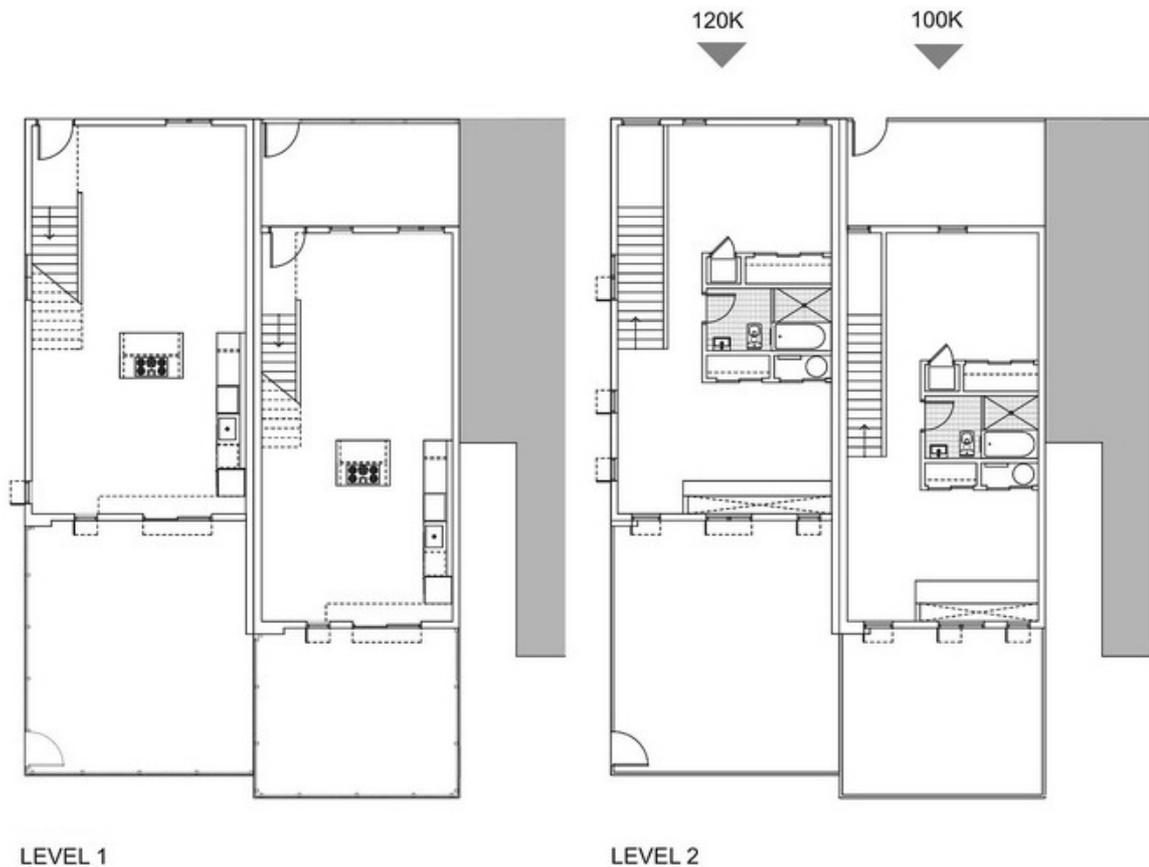


Fig. 3.23 – Plantas do pavimento superior e inferior das casas 100K e 120K
(FONTE: 100KHOUSES, 2009)

O projeto possui certificação da metodologia Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) *Platinum*, a segunda mais sustentável classificação para uso residencial da metodologia. Dentre os equipamentos principais no quesito sustentabilidade, podemos citar:

- Coleta de águas pluviais
- Aquecimento de água por coletor solar
- Aquecimento: piso aquecido
- Ventilação passiva ERV (energy recovery ventilator)
- Acabamento com baixa ou nenhuma emissão de gases
- Parede portadora de sistema impermeável.

A casa é constituída, quase em sua totalidade, por elementos pré-fabricados e pode ser edificada em 3 a 4 dias, o que permite o baixo custo do orçamento, agilidade no processo construtivo, além do selo de sustentabilidade nos produtos selecionados.

Painéis solares para aquecimento da água situam-se sobre a cobertura, e o revestimento externo das paredes dá-se por painéis estruturais com isolamento térmico-acústico de fácil aplicação. As janelas possuem esquadria de fibra de vidro com o selo de sustentabilidade *Energy Star*, e as escadas são pré-fabricadas para serem executadas no local.

SITE BUILT MEETS PREFAB

Hybrid Design for Local, Efficient and Green Home Delivery

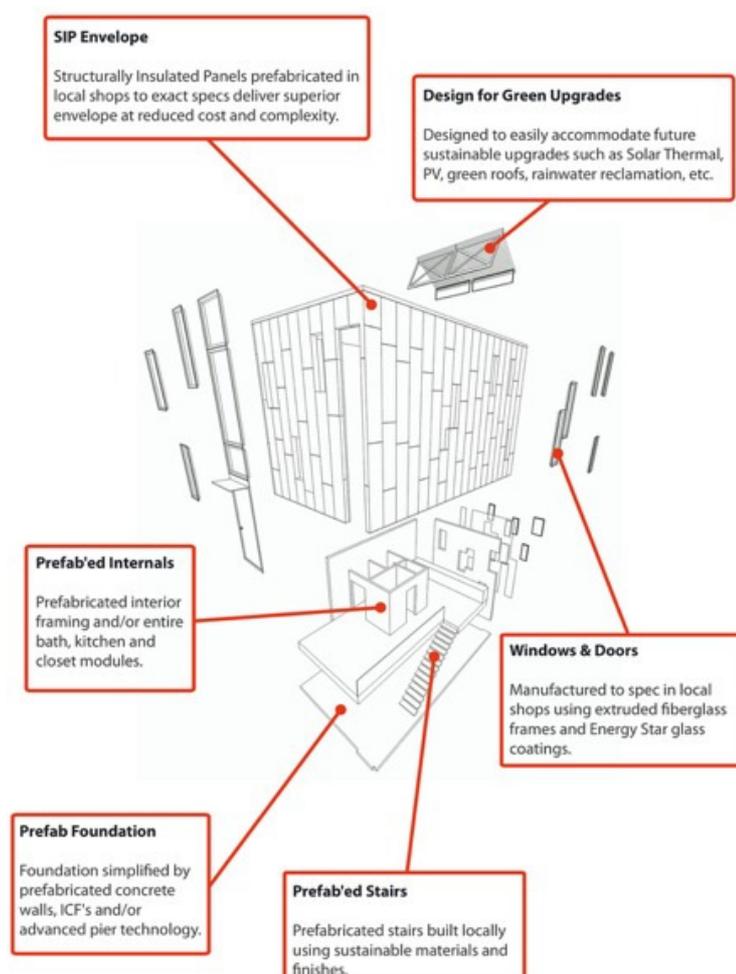


Fig 3.24 - Materiais pré-fabricados na 100K House.
(FONTE: 100KHOUSES, 2009)



Fig. 3.25 – Isolante sobre laje do pavimento térreo.
(FONTE: POSTGREEN, 2009).



Fig 3.26 - Painéis aplicados sobre estrutura de madeira, sem acabamento.
(FONTE: POSTGREEN, 2009).



Fig 3.27 – Cobertura isolante, sistema SIP - *Structurally Insulated Panel*.
(FONTE: POSTGREEN, 2009).

O sistema “Instant Rainscreen House Wrap” foi utilizado nas fachadas externas da residência, e consiste em uma tela de proteção para a chuva composta por um colchão de ar entre o revestimento e a barreira resistente à água.

A ventilação no topo e na parte mais baixa do revestimento da casa permite que qualquer água que penetre o revestimento seja livremente drenada por pressão, para a barreira resistente à água e longe da casa. Este sistema também permite circulação extra durante os meses de verão ajudando a casa a ficar naturalmente fresca.

Esse sistema é utilizado em larga escala por escritórios e a aplicabilidade para o uso residencial foi comprovada através de estudos para averiguar o desempenho e o custo necessário para a implantação.

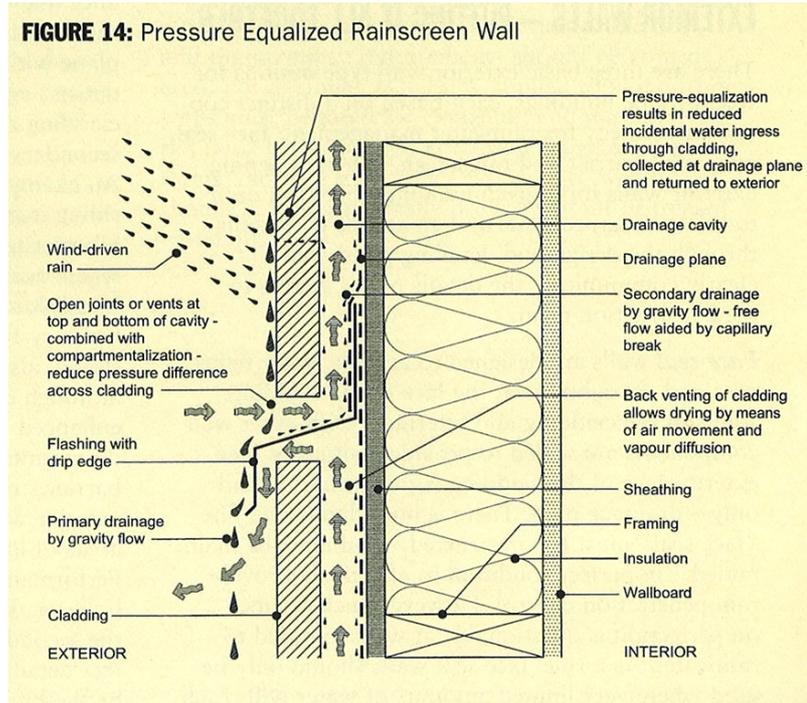


Fig. 3.28 – Detalhe da parede. Sistema Rainscreen Wall.
(FONTE: CWC, 2009).



Fig. 3.29 – Aplicação do Sistema Rainscreen Wall sobre a 100K House.
(FONTE: POSTGREEN, 2009).

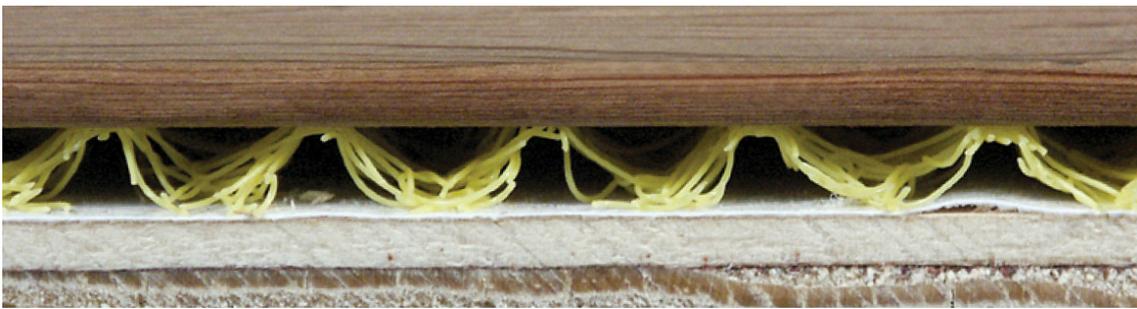


Fig. 3.30 – Rainscreen Wall.
(FONTE: POSTGREEN, 2009).

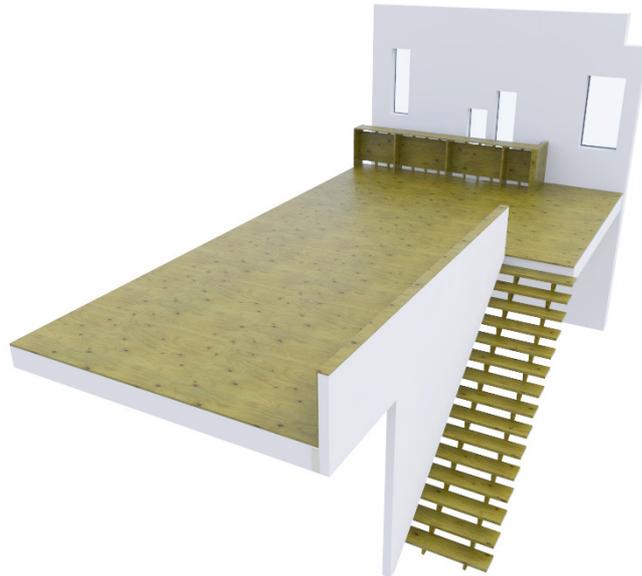
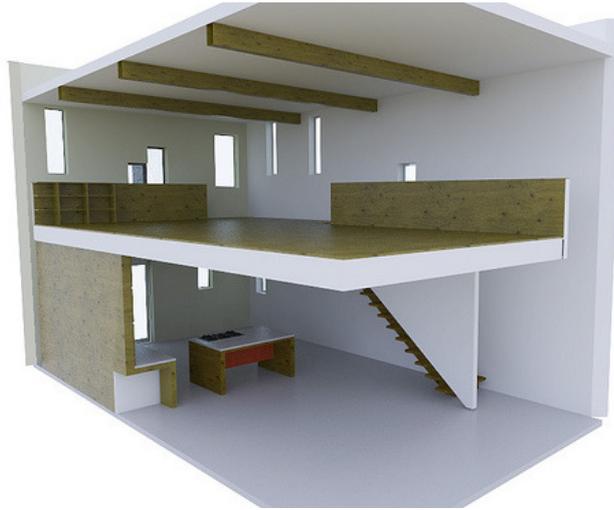


Fig. 3.31 – Perspectivas internas da 100K House.
(FONTE: POSTGREEN,2009).

“The big house represents the atomizing of the American family [...]. Each person not only has his or her own television — each person has his or her own bathroom. Some of these houses are literally designed with three playrooms for two children. This way, the family members rarely have to interact. And the notion of compromise is simply out one of the very many windows these houses sport.”¹

John Stilgoe, Universidade de Harvard, em entrevista publicada no NPR.org

A arquitetura de uma residência sustentável acessível à classe média dos Estados Unidos originou uma grande reflexão sobre o modo de projetar tradicional. As áreas da planta da casa foram reduzidas ao mínimo necessário para o conforto de um casal, e dispostas em planta aberta, sem o tradicional porão, inúmeros cômodos ou quintais convidativos sem cerca dispostos à frente da residência.

A planta livre, o aproveitamento máximo do potencial construtivo para lotes de tamanho reduzido, em conjunto com as diretrizes de conforto ambiental e sistemas construtivos sustentáveis selecionados criteriosamente, assemelham-se muito com as soluções brasileiras atuais no mercado da sustentabilidade.

Muitas das publicações à respeito de residências sustentáveis no país está fora do alcance da maior parte da população norte-americana. De acordo com o *site* oficial 100KHOUSE (2009), uma residência sustentável tem seu custo em mais de meio milhão de dólares. Para o projeto da 100K, o custo da mão de obra, que no país é elevado, é minimizado, visto que os componentes são pré-fabricados. A facilidade da execução e do transporte são pontos positivos para a classificação metodológica LEED, e o material é livre de emissão de gases CO², com selo de sustentabilidade.

Os painéis solares sobre a cobertura nas residências usuais são utilizados em toda a superfície, e servem para geração de energia elétrica,

¹ Na tradução literal: “A casa grande representa a atomização da família americana [...]. Cada pessoa possui não apenas a sua própria televisão – cada um possui seu próprio banheiro. Algumas casas são literalmente projetadas com três quartos de brinquedos para duas crianças. Desta maneira, os membros de uma família raramente têm que interagir um com os outros. E a noção de compromisso é apenas uma das coisas que estão fora das muitas janelas que estas casas ostentam.”

aquecimento da água e, em alguns casos, calefação. Na 100K House, os painéis servem unicamente para a geração de água quente, semelhante à projetos de iniciativa brasileira como o Casa Energética da Eletrosul e o Habitação Mais Sustentável da Finep. Essa solução simplificada para o aproveitamento da energia solar demonstra que é possível construir uma residência aproveitando recursos renováveis e torná-la economicamente viável.

As etapas construtivas, estudos iniciais, croquis, manuais técnicos de materiais e equipamentos sustentáveis aplicados, futuros próximos projetos e novidades em produtos são atualizados no endereço *site* da 100K House. Os vídeos sobre as etapas construtivas e o entorno estão disponibilizados no *site* dos idealizadores POSTGREEN.

Os membros do escritório I.S. Architects estão desenvolvendo outros projetos da 100K House, em Fishtown, Kensington e Northern Liberties, também na Filadélfia. Os projetos possuem as mesmas características que o projeto inicial, com algumas alterações internas de planta. O ponto negativo mais significativo destas casas é que, muito embora as soluções apresentadas sejam inovadoras e o resultado obtido respondeu às expectativas pretendidas, não há plasticidade na arquitetura, senão as cores da fachada. A massificação de uma forma de habitar transforma a arte em produto, de maneira que a arquitetura não adapte-se ao meio mas sim, o meio adapte-se á essas construções isoladas.

Outro projeto de significativa importância é a proposta do arquiteto Mario Cucinella para a casa 100K, na Itália. Vencedor do prêmio *da Architectural Review, o Awards Futures Projects 2009* na categoria sustentabilidade, ainda está em estudo para a execução e o orçamento encontra-se sob análise para atender à proposta de manter o custo de cem mil euros pretendido.

A proposta consiste em um edifício de 50 apartamentos com plantas alternadas, e o partido formal minimalista assemelha-se a casa 100K do I.S. Architects, mas possui grandes varandas para a extensão da casa. O processo construtivo também foi semelhante: foi preferido o uso de pré fabricados. A diferença está no material selecionado, as chapas de concreto pré-moldado foram desenvolvidas a partir da parceria com a empresa multinacional de cimentos Italcementi, e as estruturas contaram com a parceria da Politécnica.

Outros equipamentos utilizados foram: sistema fotovoltaico, bomba geotérmica, turbinas eólicas, reaproveitamento das águas pluviais. O telhado possui cobertura verde para amenizar temperaturas elevadas e em conjunto com a vegetação propicia a criação do microclima.

A empresa Italcementi desenvolveu para o revestimento das fachadas três tipos diferentes de materiais: um à base de fibroconcreto; outro, à base de celulose reciclada; e um terceiro, de um material chamado "txactive", uma espécie de concreto que absorve ácidos nítrícos e outros gases poluentes do ar. (REVISTA AU, 2009).



Fig. 3.32 – Fachadas da 100K House de Cucinella.
(FONTE: MARIO CUCINELLA,2009).

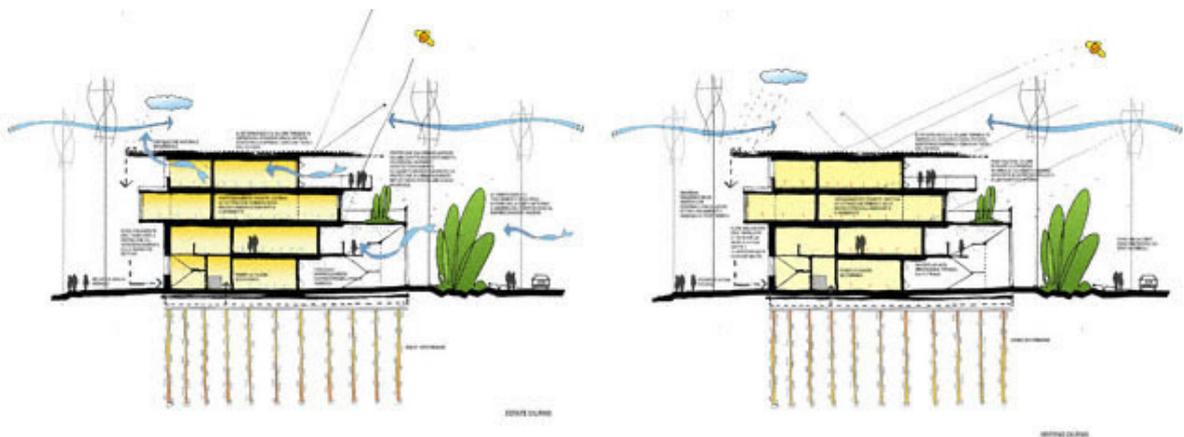


Fig. 3.33 – Corte da 100K House de Cucinella.
(FONTE: MARIO CUCINELLA,2009).

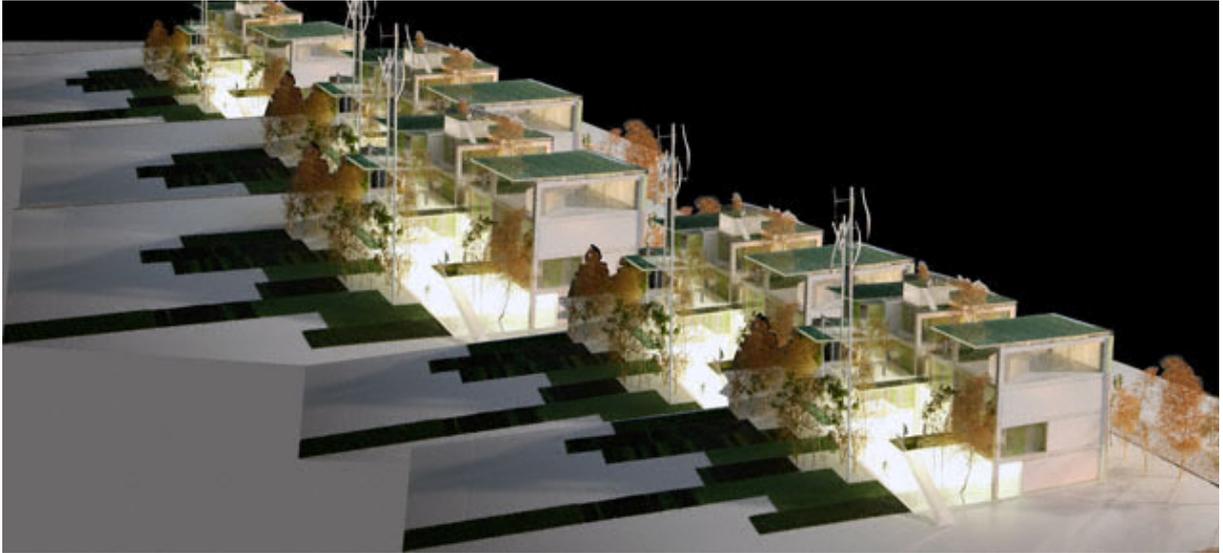


Fig. 3.34 – Maquete eletrônica da 100K House de Cucinella.
(FONTE: MARIO CUCINELLA,2009).



Fig. 3.35 –100K House de Cucinella.
(FONTE: MARIO CUCINELLA,2009).

4. INTERPRETAÇÃO DA REALIDADE: CURITIBA-PR



Fig. 4.1 – Panorâmica da cidade de Curitiba.
(FONTE: CURITIBACVB, 2009).

De acordo com ASCELRAD (2001), Curitiba é reconhecida internacionalmente como cidade-modelo, sob elogios e premiações internacionais ao longo de uma história de mais de 30 anos. O planejamento da cidade é a grande marca de Curitiba, e ao longo deste período tem sido destaque no urbanismo e na educação ambiental.

A imagem da cidade é construída a partir de equipamentos inseridos no contexto ecológico, a partir da criação do calçadão da Rua XV, pioneiro no Brasil, nos setores estruturais e no sistema de transporte que contam com o biarticulado e estações-tubo, e na reciclagem do lixo e dos espaços abandonados e desvalorizados de áreas nobres, dos quais emergiram o Teatro Ópera de Arame, o Jardim Botânico, a Rua 24 horas e a Universidade Livre do Meio Ambiente, bem como incontáveis parques e bosques étnicos, os Faróis do Saber, portais e memoriais amplamente distribuídos pela cidade.

MAPA DAS ÁREAS VERDES DE CURITIBA - 1997

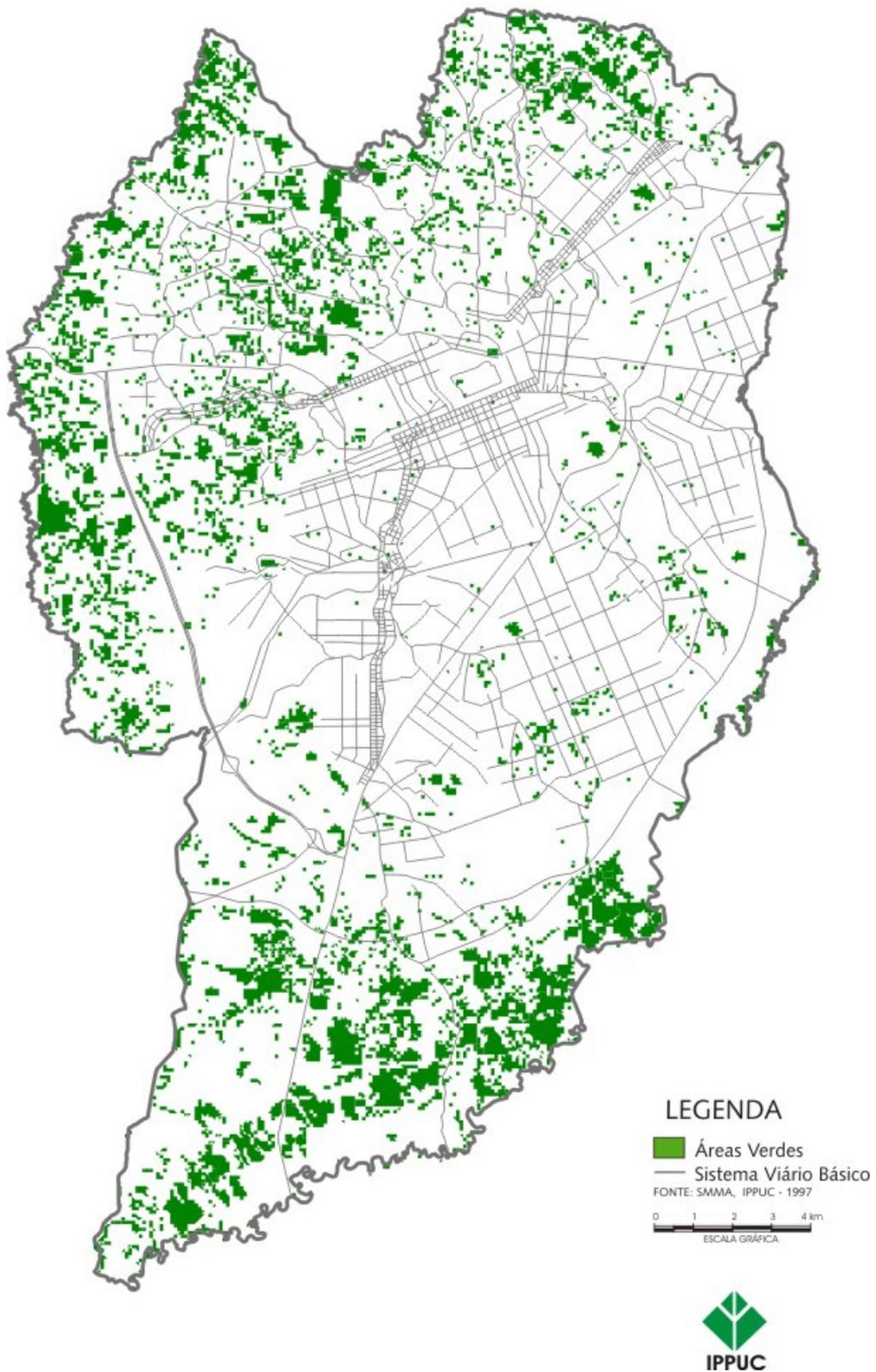


Fig. 4.2 – Mapa das áreas verdes de Curitiba.
(FONTE: IPPUC, 1997).

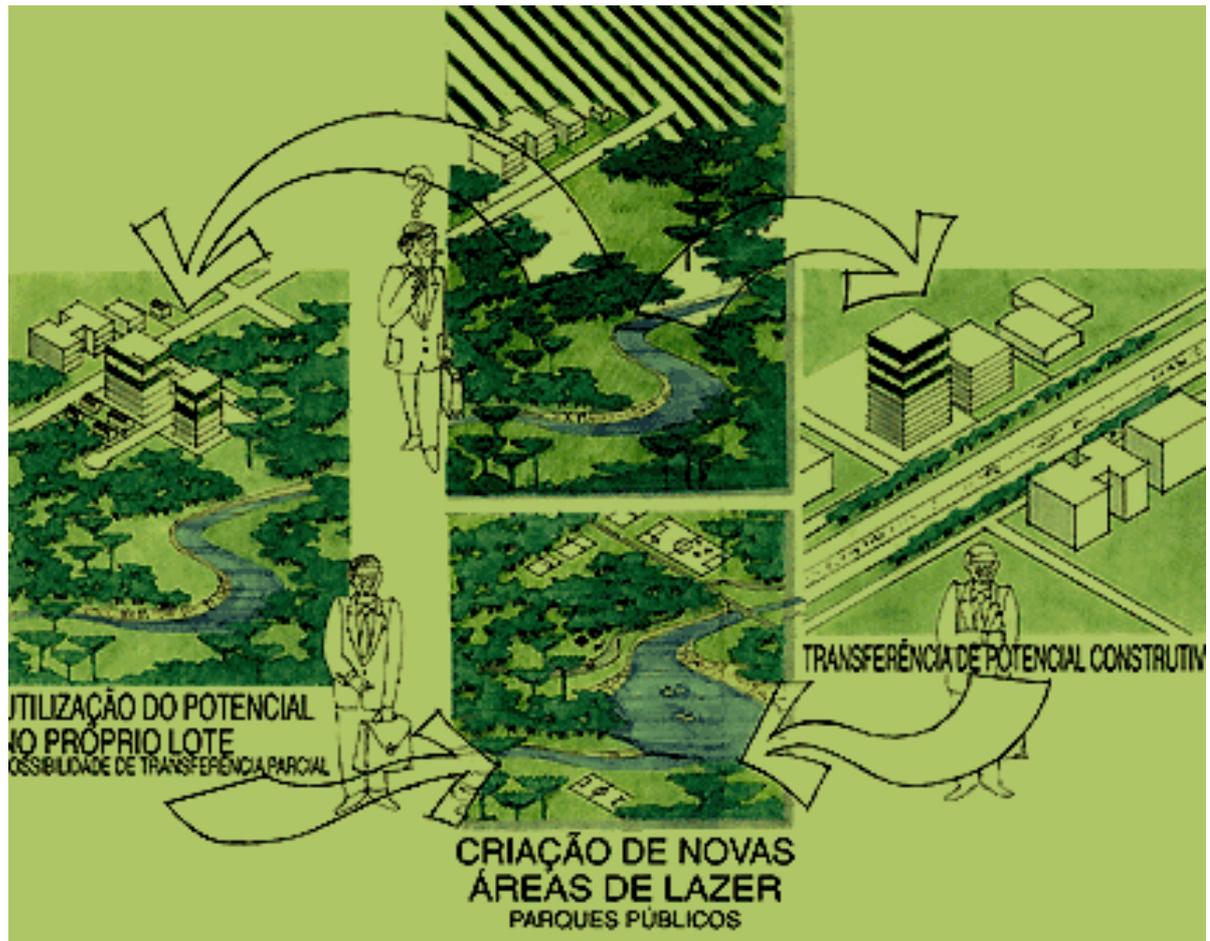


Fig. 4.3 - Criação do anel de conservação sanitário-ambiental.

(FONTE: IPPUC, 2009).

De acordo com LOBODA; ANGELIS, Bruno Luiz Domingos de. (2005), muito embora todas as cidades apresentem áreas verdes, poucas delas têm uma distribuição desses espaços no ambiente urbano de maneira organizada e de maneira contígua. Curitiba possui o título de cidade com maior área verde por habitante – são 52m² por habitante, três vezes o recomendado pela Organização Mundial de Saúde. As áreas verdes que totalizam mais de 21 milhões de metros quadrados possuem também função sanitária. Grande parte dos parques e bosques situam-se em áreas sujeitas a enchentes e impróprias para a habitação, evitando a ocupação irregular e funcionando como regularizadores da vazão de água das chuvas.

As áreas verdes, os parques e praças e a publicidade acerca da cidade conferiram à Curitiba o título de Cidade Modelo, nomeado nos anos 1970 e

alterado em 1980 para capital da qualidade de vida. Na década de 1990, este título passa a ser Capital Ecológica .

De acordo com o jornal GAZETA DO POVO, 04.jun.2009, o número de habitantes duplicará em duas décadas e é necessário incentivar ações sustentáveis no setor construtivo e no uso do transporte coletivo. A Linha Verde, projeto que tem como objetivo além de suprir um maior número de usuários do transporte coletivo, procura unir os dois lados da cidade através de um parque linear para valorizar regiões pouco valorizadas nos dois pólos, com a proposta de um novo uso.



Fig 4.4 – Sistema de transporte interligado de Curitiba.
(**FONTE:** INHABITAT, 2007).

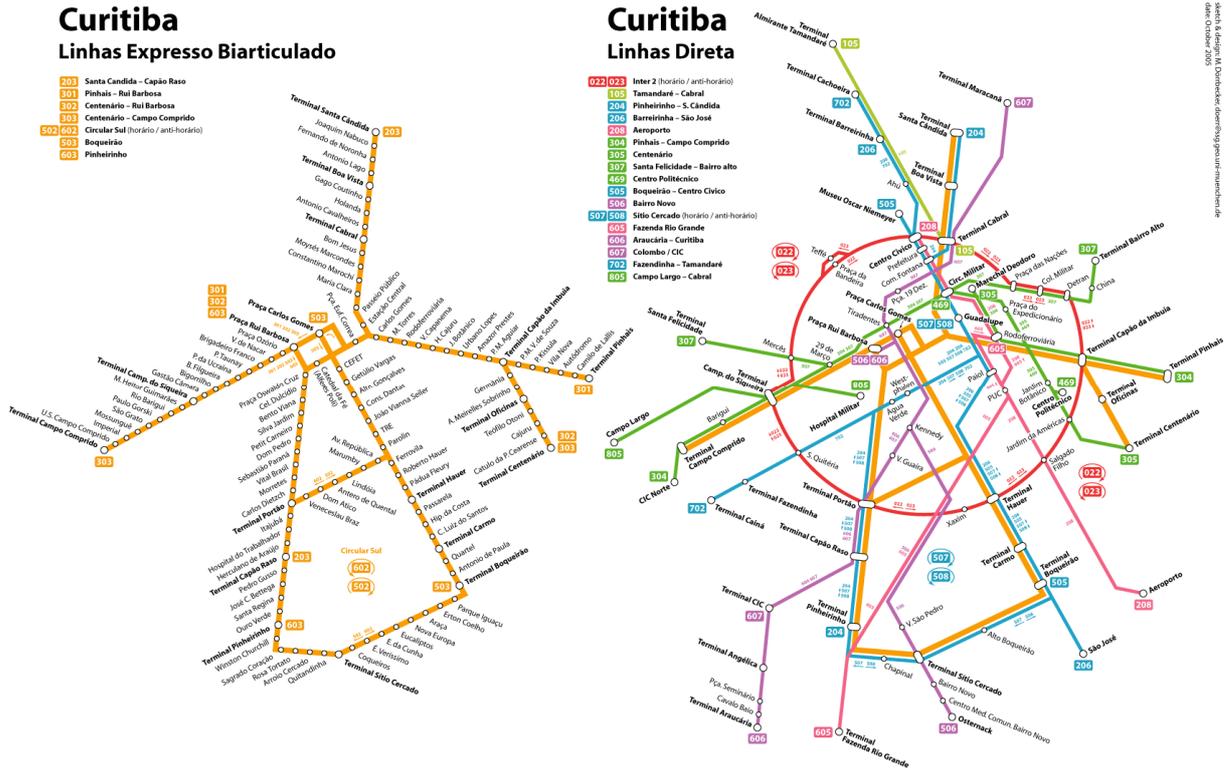


Fig 4.5 – Conexões do transporte público. (FONTE: DÖRRBECKER, 2005).

Muito embora o sistema de transporte seja reconhecido internacionalmente e os extensos parques apresentam-se como estratégia para o saneamento e qualidade de vida iniciados nos anos setenta, é a participação da população nas iniciativas públicas a maior responsável pela manutenção do sistema, de modo a torná-las eficazes. A coleta de lixo seletiva e o sistema de deposição dos resíduos, no Aterro Sanitário da Caximba, promoveram à cidade o United Nations Environment Program (Unep), prêmio máximo na área de meio ambiente, da Organização das Nações Unidas (ONU), em 1990. (IPPUC, 2009).

Outras iniciativas de igual destaque são o Câmbio Verde, em que as sacolas de lixo reciclável são trocadas por hortifrutigranjeiros e o Olho D’Água, programa de educação ambiental com participação comunitária. De acordo com o *site* CURITIBAEMPRESAS, “o interesse da população em preservar o meio ambiente aumenta na mesma proporção dos benefícios gerados pelos programas ambientais.”

Porém, de acordo com ASCELRAD (2001), existem lacunas no sistema da preservação ambiental na cidade. Tanto em Curitiba quanto na cidade de Barcelona, na Espanha, definem pela iniciativa privada o modo de tratar os

problemas da cidade e o processo da gestão urbana, o que confere aos cidadãos uma participação passiva. A sustentabilidade urbana de Curitiba necessita de medidas que contem com a participação direta do cidadão, cujo poder de interação e decisão sobre o ambiente urbano é imprescindível.

Iniciativas para disseminar o uso de habitações sustentáveis conferem ao cidadão o poder de decisão ativa na preservação do seu habitat e contribuem para a melhoria do espaço urbano. A escolha de materiais e técnicas sustentáveis pode promover discussões na comunidade em busca de soluções que, além de preservar o meio ambiente, resultem na economia de água e luz. Desta maneira, o conhecimento passa a ser difundido, ao mesmo tempo em que os estudos a respeito da sustentabilidade no país possam ser melhorados.

O que pode ser observado no Brasil em residências sustentáveis ainda é o início de um processo. Algumas iniciativas como o Projeto FINEP – Habitação Mais Sustentável, o projeto da Eletrosul – Casa Energética, e as pesquisas científicas em conforto e eficiência do LabEE – Laboratório de Eficiência Energética envolvem estudos à respeito do assunto que englobam estudiosos de todo o país. Porém, aplicabilidade destes estudos ainda está pouco disseminada nas cidades brasileiras.

Pode-se dizer que o urbanismo sustentável da Cidade Pedra Branca procurou inspiração na cidade de Curitiba – a distribuição dos parques, áreas verdes numerosas e equipamentos públicos dispostos na cidade através do desenho urbano são a essência da sustentabilidade no projeto. A principal diferença está na infra-estrutura, que conta com menor desperdício energético e reaproveitamento de recursos, e as quadras multifuncionais que priorizam o pedestre para diminuir o uso do automóvel.

O incentivo para promover residências sustentáveis é a melhoria da qualidade de vida em uma cidade vista como modelo internacional na questão ambiental. Requalificar áreas urbanas degradadas e promover soluções que estimulem o uso da bicicleta ou do transporte público é fundamental. E, em conjunto com a participação ativa da população na escolha por edifícios mais sustentáveis são mais eficazes.

5 DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO

5.1 Aspectos de viabilidade

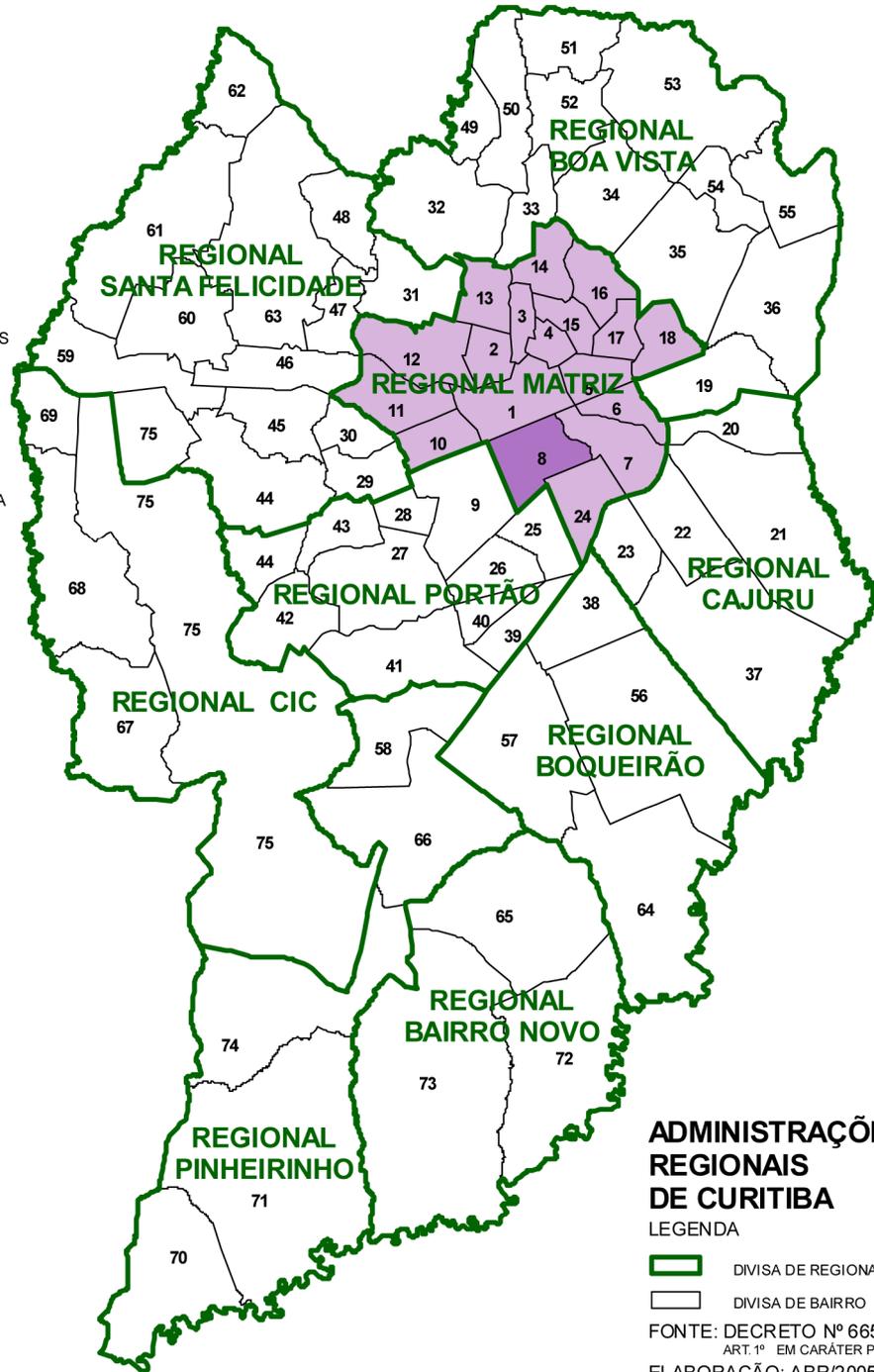
O bairro do Rebouças iniciou sua ocupação a partir do século XVII, ao longo do eixo viário que interligava o planalto do litoral com o Curitibaano. O ciclo econômico entre os anos 1970 e 1990 expressaram a intensa atividade industrial na cidade, e, sobretudo, no eixo Curitiba-Paranaguá. É aí que nasce o Rebouças. “A ocupação do espaço metropolitano deu-se seletivamente: o preço da terra e da moradia e o custo das melhorias urbanas reservaram para Curitiba um morador com melhores níveis de renda, direcionando os grupos empobrecidos e os migrantes de menor poder aquisitivo para as áreas periféricas internas de outros municípios”. (ASCELRAD, 2001:205).

De início, o bairro, no Plano Diretor de Curitiba, foi definido por Alfred Agache em 1943 como Setor Industrial. Em 1966, o Setor Industrial foi transferido para a região sul da cidade e o Rebouças passa a ser definido como Zona Preferencialmente Comercial. Ao longo do tempo, outras atividades foram redefinindo o cenário urbano e deram início ao processo de degradação do bairro. (PADILHA, F.T; HARDT, L.P.A; HARDT, C. 2008).

A necessidade de revitalização era evidente, imensas áreas antes ocupadas pela Rede Ferroviária Federal encontravam-se desocupadas, as ruas desertas e decadentes transformaram-se em vias de acesso ao centro e proximidades. A década de 1970, destaca-se pela busca de soluções a problemas ambientais de regiões que haviam sido objeto de ocupações caóticas, com sérios problemas de disposição inadequada de esgoto e lixo. De acordo com o Instituto de Planejamento e Pesquisa de Curitiba, IPPUC (2009), em Curitiba, o controle do meio ambiente passa a contar com a Lei Municipal de Zoneamento e Uso do Solo (1975) e o Decreto Municipal de Preservação de Fundos de Vale (1976), transformou-se em instrumento pioneiro de intervenção e controle do uso do solo a partir do Município, e é definido um novo zoneamento para o bairro do Rebouças, de caráter residencial ZR-3 e ZR-4, na tentativa de readequar o bairro à sua nova realidade.

BAIRROS

- 01-CENTRO
- 02-SÃO FRANCISCO
- 03-CENTRO CÍVICO
- 04-ALTO DA GLÓRIA
- 05-ALTO DA RUA XV
- 06-CRISTO REI
- 07-JARDIM BOTÂNICO
- 08-REBOUÇAS**
- 09-ÁGUA VERDE
- 10-BATEL
- 11-BIGORRILHO
- 12-MERCÊS
- 13-BOM RETIRO
- 14-AHÚ
- 15-JUVEVÊ
- 16-CABRAL
- 17-HUGO LANGE
- 18-JARDIM SOCIAL
- 19-TARUMÁ
- 20-CAPÃO DA IMBUIA
- 21-CAJURU
- 22-JARDIM DAS AMÉRICAS
- 23-GUABIROTUBA
- 24-PRADO VELHO
- 25-PAROLIN
- 26-GUAÍRA
- 27-PORTÃO
- 28-VILA IZABEL
- 29-SEMINÁRIO
- 30-CAMPINA DO SIQUEIRA
- 31-VISTA ALEGRE
- 32-PILARZINHO
- 33-SÃO LOURENÇO
- 34-BOA VISTA
- 35-BACACHERI
- 36-BAIRRO ALTO
- 37-UBERABA
- 38-HAUER
- 39-FANNY
- 40-LINDÓIA
- 41-NOVO MUNDO
- 42-FAZENDINHA
- 43-SANTA QUITÉRIA
- 44-CAMPO COMPRIDO
- 45-MOSSUNGUÊ
- 46-SANTO INÁCIO
- 47-CASCATINHA
- 48-SÃO JOÃO
- 49-TABOÃO
- 50-ABRANCHES
- 51-CACHOEIRA
- 52-BARREIRINHA
- 53-SANTA CÂNDIDA
- 54-TINGÚÍ
- 55-ATUBA
- 56-BOQUEIRÃO
- 57-XAXIM
- 58-CAPÃO RASO
- 59-ORLEANS
- 60-SÃO BRAZ
- 61-BUTIATUVINHA
- 62-LAMENHA PEQUENA
- 63-SANTA FELICIDADE
- 64-ALTO BOQUEIRÃO
- 65-SÍTIO CERCA DO
- 66-PINHEIRINHO
- 67-SÃO MIGUEL
- 68-AUGUSTA
- 69-RIVIERA
- 70-CAXIMBA
- 71-CAMPO DE SANTANA
- 72-GANCHINHO
- 73-UMBARÁ
- 74-TATUQUARA
- 75-CIDADE INDUSTRIAL



ADMINISTRAÇÕES REGIONAIS DE CURITIBA
LEGENDA

- DIVISA DE REGIONAL
- DIVISA DE BAIRRO

FONTE: DECRETO Nº 665/05
ART. 1º EM CARÁTER PROVISÓRIO

ELABORAÇÃO: ABR/2005
ESCALA: 1:150.000

1000 0 1000 2000 3000 Metros



IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA
SUPERVISÃO DE INFORMAÇÕES

Rua Bom Jesus, 669 - Cabral - Curitiba - Paraná - Brasil - CEP 80.035-010 - Fone: (55 41) 3250-1414 - Fax: (55 41) 3254-8661 - E_mail: geo@ippuc.org.br

CE

Fig. 5.1 – Escala municipal de Curitiba.
(FONTE: IPPUC, 2009).



BAIRRO REBOUÇAS

LEGENDA

- AREA DE INTERVENÇÃO**
- Arriamento
- Arriamento em fase de implantação
- Hidrografia
- Edificação de referência
- Parques, bosques
- Praças, jardinsets, canteiros
- Divisa de Bairros
- Igreja
- Escola
- Hospital
- Prédio Público
- .L.T.-. Linha de Transmissão

FONTE: DECRETO MUNICIPAL Nº 774 / 75
 ELABORAÇÃO: IPPUC - Jun/2005



IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA
 SUPERVISÃO DE INFORMAÇÕES
 Rua Bom Jesus, 669 - Cabral - Curitiba - Paraná - CEP 80.035-010 - Fone: (55 41) 3250-1414 - Fax (55 41) 3254-8661 - E-mail= geo@ippuc.org.br

Fig. 5.2 – Limites do bairro Rebouças.
 (FONTE: IPPUC, 2009).

As inúmeras mudanças no zoneamento do bairro Rebouças retratam as tentativas de readequação e exteriorizam a degradação que caracteriza a área sob uma ocupação desordenada. O Rebouças possui um grande potencial não aproveitado. Vizinho ao centro, que possui inúmeras atividades econômicas, culturais, e educacionais, bem como um sistema de transporte eficaz e abrangente, não aproveita a infra-estrutura existente para consolidar um espaço público eficaz. Atualmente, a função do Rebouças nas proximidades do centro é desafogar o sistema viário, e em conjunto com o abandono de origem histórica, cria vazios urbanos e espaços marginalizados.

O terreno selecionado para o Edifício Residencial Sustentável situa-se na quadra onde encontra-se atualmente a fábrica da AMBEV (Fig. 5.7 e 5.8). Remanescente da ocupação inicial, a fábrica é responsável pela origem do mau cheiro e reclamações dos moradores. A proposta consiste em realocar a fábrica e aproveitar o espaço para edificações de uso residencial sustentáveis que sirvam de modelo às gerações futuras.

Segundo a análise da tipologia das edificações do entorno, as fábricas remanescentes, o comércio e residências encontram-se junto ao alinhamento predial, em alguns casos abandonadas (Fig. 5.1, Fig. 5.2 e Fig. 5.4), gerando grandes paredões que agravam estes espaços marginalizados (Fig. 5.5) e o pedestre encontra no bairro apenas um lugar perigoso de passagem. (PADILHA, F.T; HARDT, L.P. A; HARDT, C. 2008).

Em conjunto com os passeios estreitos e inadequados (Fig. 5.3 e 5.6) a arborização no calçamento causa inconvenientes aos moradores, avança sobre as edificações e impede a ventilação e iluminação das residências.

A ausência de espaços de permanência para os moradores e passeios estreitos demais foram verificados no entorno da quadra, resultantes da ocupação inicial, em que era permissível construir junto ao alinhamento predial sem recuo. Para novas habitações, serão consideradas como diretrizes projetuais a abordagem de soluções para a melhoria destes aspectos na área de intervenção.

A análise da ocupação e da tipologia das residências próximas ao centro demonstram claramente a enorme valorização da terra que lhe foi atribuída ao longo do tempo. As edificações mais antigas encontram-se degradadas ou

abandonadas, habitadas por pessoas de menor renda familiar, enquanto as mais recentes são edifícios para um público com maior poder aquisitivo, com maior número de pavimentos, situam-se mais próximas ao centro.

Como modelo para a requalificação do ambiente urbano degradado, o edifício sustentável é uma opção para a melhoria da qualidade de vida, reaproveitamento de recursos e geração de energia limpa em conjunto com novas tecnologias de acordo com as atuais necessidades da arquitetura residencial atual.

Requalificar ambientes urbanos degradados contribui para que a sustentabilidade possua maior eficácia nas diretrizes projetuais. A proposta de adequar a quadra escolhida para a implantação do uso residencial permite a melhoria da qualidade de vida dos moradores da região do Rebouças que situam-se próximos ao centro. Os espaços degradados que encontram-se marginalizados no bairro são, em grande parte, fruto da ausência de adaptabilidade com o zoneamento vigente.

Na atualidade, o governo dispõe do projeto de reestruturação do Rebouças através da construção do Tecnoparque, cujo objetivo é estimular o desenvolvimento de empresas de base tecnológica e científica, aprovado no ano de 2008. De acordo com a Lei Complementar 64/2007, o Programa Curitiba Tecnoparque, que abrange as localidades do Núcleo Empresarial, Anel Logístico, Setor Rebouças, Setor CIC-Norte e Setor CIC-Sul, seguirão as leis de zoneamento, uso e ocupação do solo vigentes no município. O presente trabalho é uma alternativa teórica, e da mesma forma considera os parâmetros de uso do solo e zoneamento, mas considera a realidade do local até o presente momento, com base nos projetos já realizados.



Fig. 5.3 – Posto de conveniência abandonado na esquina das Rua João Negrão e Av. Iguçu.
(FONTE: ACERVO DA AUTORA).



Fig. 5.4 –Terreno abandonado e edificações degradadas na Av. Iguçu.
(FONTE: ACERVO DA AUTORA).



Fig. 5.5 – Edifícios mistos na Av. Iguçu. Árvores avançam sobre as moradias.
(FONTE: ACERVO DA AUTORA).



Fig. 5.6 – Edifícios abandonados degradados na Av. Iguçu.
(FONTE: ACERVO DA AUTORA).



Fig. 5.7 –Edifícios de uso misto junto ao alinhamento predial na Av. Iguçu.
(FONTE: ACERVO DA AUTORA).



Fig. 5.8 – Calçamento estreito e paredões Rua Rockefeller.
(FONTE: ACERVO DA AUTORA).



Fig. 5.9 – Muro da fábrica AMBEV, na Rua Getúlio Vargas.
(FONTE: ACERVO DA AUTORA).



Fig. 5.10 - Fábrica AMBEV, Esquina das ruas Getúlio Vargas Rockefeller.
(FONTE: ACERVO DA AUTORA).



Fig. 5.11 – Comércio e trânsito na Rua Getúlio Vargas.
(FONTE: ACERVO DA AUTORA).



Fig. 5.12 – Sede da Fundação Cultural de Curitiba, na Rua Piquiri.
(FONTE: ACERVO DA AUTORA).

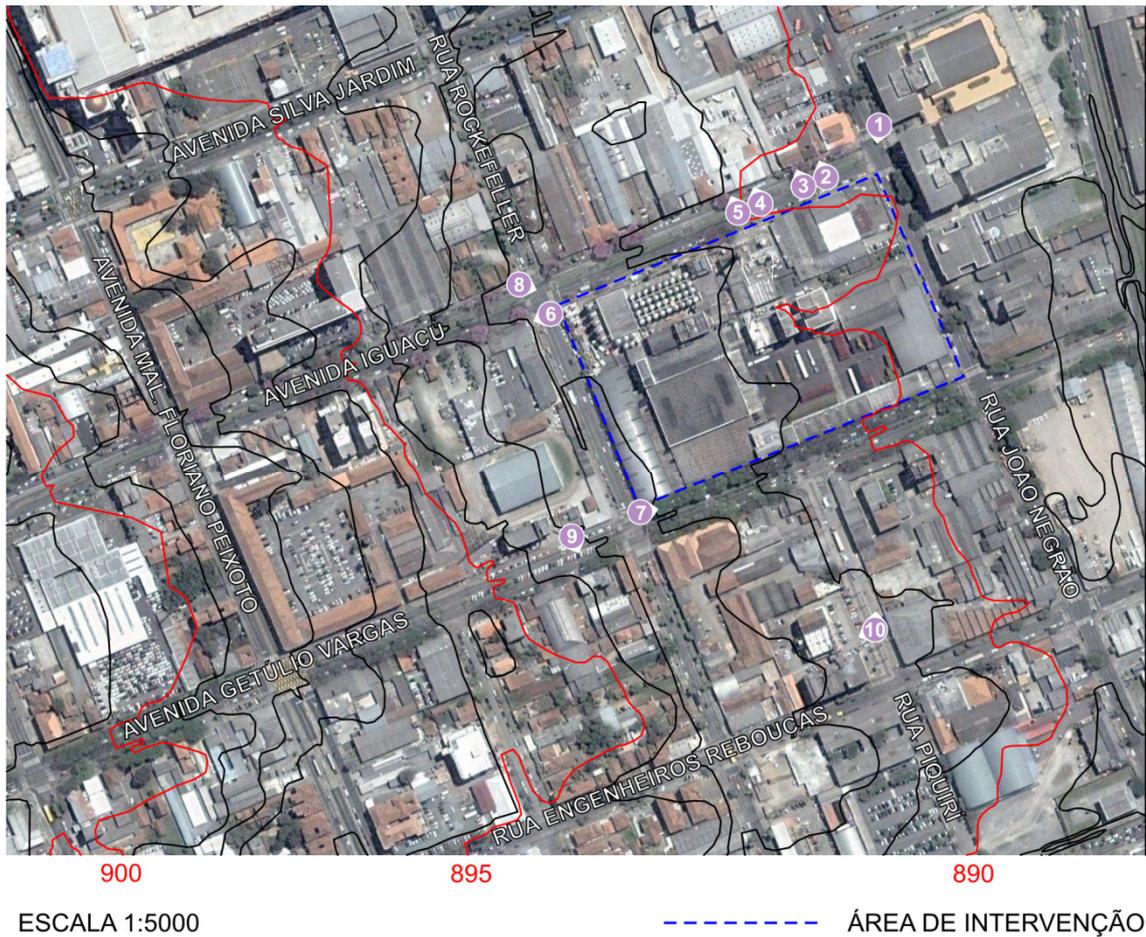


Fig. 5.13 – Mapa indicador da localização das fotos e topografia do recorte.
(FONTE: A AUTORA).

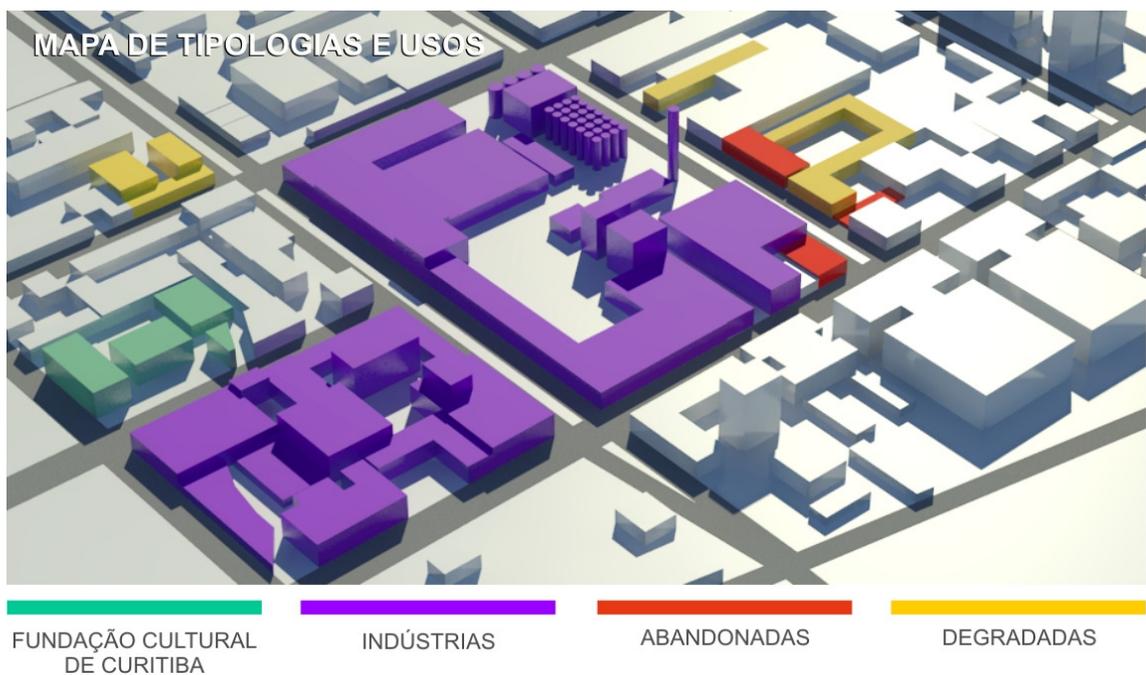


Fig. 5.14 – Mapa de tipologias e usos no entorno da área de recorte.
(FONTE: A AUTORA).

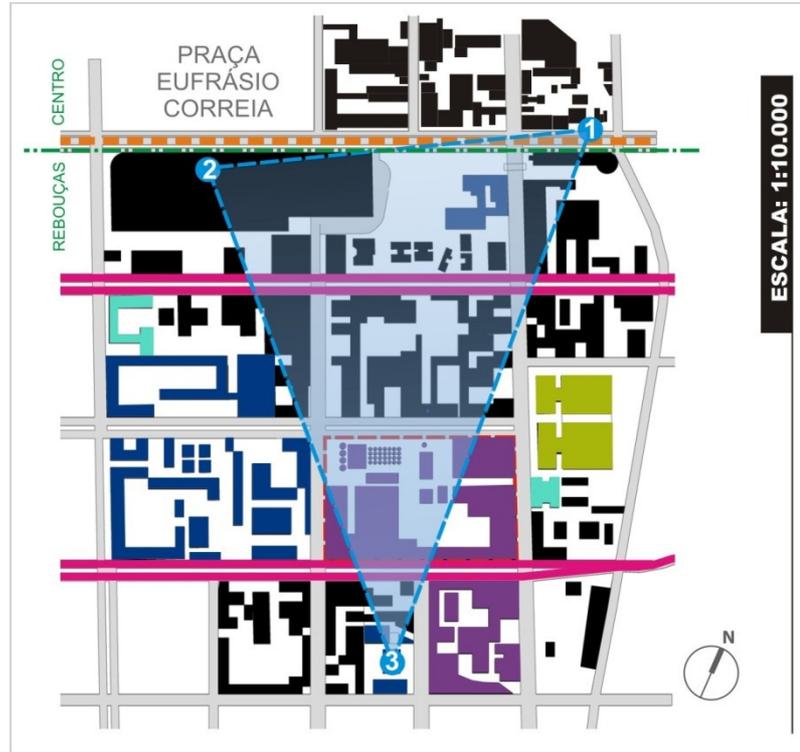


Fig. 5.15 – Equipamentos próximos à área de intervenção.
(FONTE: A AUTORA).

Os parâmetros de uso e ocupação do solo para a área de intervenção encontram-se na ZR-4 (Zona Residencial 4) e consistem em:

- Coeficiente de aproveitamento: 2
- Taxa de ocupação máxima: 50%
- Altura máxima: 06 pavimentos – para habitação coletiva e unifamiliar / apart-hotel sem centro de convenções.
- Recuo mínimo do alinhamento predial: 5 metros.
- Taxa de permeabilidade: 25%
- Afastamento das divisas: até 02 pavimentos – facultado. Acima de 02 pavimentos – H/6 atendendo o mínimo de 2,50 m.
- Lote mínimo: testada de 15m. Área de 450m².

A critério do Conselho Municipal de Urbanismo, pode ser concedido alvará de localização de Comércio e Serviço de Bairro 1, em edificações existentes de porte superior a 200m², desde que com área de estacionamento igual a, no mínimo a área construída, e porte compatível com a vizinhança e características da via. Indústrias (tipo 1) são permitidas, somente com alvará de localização em edificações existentes ou anexas à moradia. A densidade máxima é de 80 habitações/ha.

5.2 Programa de necessidades e pré-dimensionamento

Novos espaços e a adaptabilidade destes a usuários com novas necessidades definem o público alvo do edifício sustentável. De acordo com os arquitetos GONÇALVES JUNIOR; CARSTENS; COSTENARO & FLEIGHT (200-), para a compreensão do momento atual da arquitetura é necessário remontar o cenário de toda uma época e sua civilização.

A sociedade atual encontra-se em um período de transição em que a estrutura moderna criada nos moldes do industrialismo não se conforma mais aos novos modos atuais de viver. Dentre os padrões dessa cultura anterior à que vivemos, os arquitetos citam: a padronização, sincronização, maximização, concentração, centralização e especialização, que pretenderam tornar o quadro social moderno estável e previsível.

A sugestão para o público-alvo para o seguinte programa partiu da necessidade do vínculo com o centro urbano de alguns perfis que podem ser observados na atualidade. Estão inclusos estudantes universitários, pesquisadores, e o crescente número de profissionais autônomos e liberais e das novas profissões emergentes. De acordo com a jornalista Márcia Maria Cruz, na reportagem *Novas Profissões Tem Cara Futurista*, do jornal mineiro *online* UAI, os futuros profissionais devem estar preparados para adequar-se às mudanças da sociedade no setor profissional. Ainda segundo a reportagem, o diretor do Instituto de Estudos Avançados Transdisciplinares, Carlos Antônio Leite Brandão afirma: “as competências do mercado atual exigidas afetam não só as novas profissões, mas também o modo de trabalho das antigas.”

O diretor define a tecnologia como um dos fatores importantes para esses profissionais, mas não o principal: “Há 100 anos, o futuro era pensado com base na tecnologia.” Ao profissional do futuro será exigida a habilidade de articular questões culturais, éticas e ambientais, junto a questões científicas e tecnológicas. Em conjunto, a síntese da arquitetura sustentável parte da mesma premissa – em alguns anos os recursos irão se tornar insuficientes, mesmo considerados os avanços tecnológicos.

Os profissionais liberais e autônomos propostos para o edifício residencial sustentável representam uma parcela significativa e crescente da população do sul do Brasil. Conforme a tabela de percentual da população economicamente ativa (Tab. 5.14) elaborada no ano de 2004, (IBGE,2006) de acordo com a posição na ocupação do trabalho principal podemos observar que, na Região Sul, existem 20,6% da população cuja atividade de renda principal consiste no trabalho por conta própria. Trabalhadores domésticos, de acordo com a mesma fonte, correspondem à pessoas sem declaração de posição na ocupação, ramos de atividade e de posse de carteira assinada.

O gráfico 5.15 demonstra a variação do rendimento médio que ocorreu no ano de 2004 e 2005, em que profissionais sem carteira assinada e trabalhadores por conta própria obtiveram os aumentos mais significativos no percentual anual.

De maneira a complementar o perfil de usuários potenciais para o público alvo, foram analisados os dados que compõem a renda dos moradores do Rebouças, economicamente ativos. De acordo com o IBGE (2008), a maior parcela da população do bairro situa-se na faixa etária de 20 a 29 anos de idade, totalizando 21,32% dos 15.618 habitantes. Esta mesma faixa etária corresponde aos usuários potenciais a que fazem parte estudantes universitários e pesquisadores, que possuem igualmente maior vínculo ao centro urbano.

Ainda segundo o IBGE (2008), a maior parte da população do Rebouças possui a renda dos chefes de domicílio situada entre 10 e 15 salários mínimos, totalizando 22,85% desta mesma população.

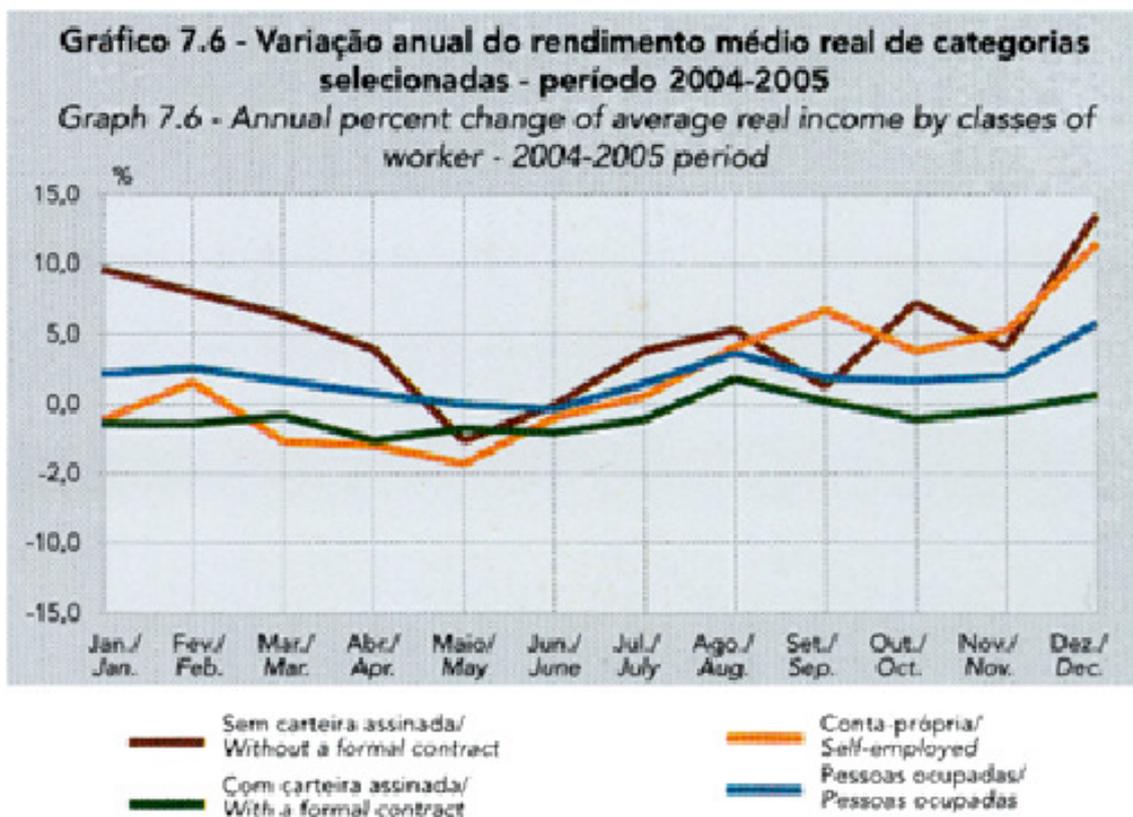
O público selecionado apresenta-se mais adepto à aderir novas tecnologias e demonstram maior interesse às preocupações ambientais e culturais do meio em que vivem. A troca de informação gerada por esses usuários é fundamental para a difusão do conhecimento da população a respeito da habitação sustentável e sua implantação no Brasil.

Distribuição das pessoas com 10 anos ou mais, ocupadas, por Grandes Regiões, com indicações de algumas características - 2004

Características	Grandes Regiões					
	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Posição na ocupação no trabalho principal	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Empregado	55,2	46,2	44,3	63,4	54,5	58,6
Trabalhador doméstico	7,7	7,0	6,4	8,8	6,3	9,7
Conta-própria	22,0	26,5	27,4	18,6	20,6	19,7
Empregador	4,1	3,6	2,9	4,5	5,2	4,6
Não-remunerado	7,0	11,0	12,6	2,5	8,7	4,3
Trabalhador na produção para o próprio consumo	4,0	5,6	6,4	2,1	4,6	3,0
Trabalhador na produção para o próprio uso	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Sem declaração	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores 2004. Rio de Janeiro: IBGE 2005.

Tab.5.1 – Percentual da população economicamente ativa.
(**FONTE:** IBGE, 2005).



Tab. 5.2 – Gráfico da variação anual do rendimento médio das categorias selecionadas.
 (FONTE: IBGE, 2006).

Famílias Residentes, por classes de rendimento nominal familiar, segundo o Bairro Rebouças e Curitiba_2000

Classes de rendimento nominal familiar	Famílias Residentes			
	Bairro Rebouças		Curitiba	
	Absoluto	%	Absoluto	%
Até 0,50 Salário Mínimo	18	0,30	1.183	0,24
+ de 0,5 até 1 SM	89	1,50	16.163	3,26
+ de 1 até 2 SM	175	2,95	38.223	7,72
+ de 2 até 3 SM	242	4,08	41.313	8,34
Até 3 SM	524	8,83	96.882	19,56
+ de 3 até 5 SM	530	8,93	83.015	16,76
+ de 5 até 10 SM	1.356	22,85	128.264	25,90
+ de 10 até 15 SM	863	14,54	54.841	11,07
+ de 15 até 20 SM	782	13,18	34.642	6,99
+ de 20 até 30 SM	657	11,07	33.836	6,83
+ de 30 SM	1.137	19,16	46.277	9,34
+ de 3 SM	5.325	89,72	380.875	76,90
Sem Rendimento	86	1,45	17.553	3,54
Totais	5.935	100,00	495.310	100,00

Tab. 5.3 – Rendimento em salários mínimos da população do Rebouças.
 (FONTE: IBGE, 2000).

A proposta para um edifício residencial sustentável consiste na economia de recursos para um público que passa maior número de horas em casa – à trabalho, lazer ou com a família. O espaço proposto possui a sala e a cozinha integrados e o escritório tem ligação direta com a sacada, de modo a fazer a transição do espaço público-privado.

As áreas livres estarão distribuídas entre os dois blocos de edificações, possuem praça, vegetação e mobiliário urbano e contam com duas guaritas para a segurança dos moradores do edifício. Os salões de festas para eventos promovem a integração dos moradores e as lavanderias promovem a economia de recursos e equipamentos, observadas no estudo de caso da casa 100K de Mario Cuccinella. Será utilizado o coeficiente de aproveitamento para a quadra, de 50%, de acordo com a seguinte tabela:

DIMENSÕES DA QUADRA: 240 X 152 m ²	
ÁREA TOTAL: 36.480 m ²	
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA: 18.240 m ²	
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA POR PAVIMENTO (4): m ²	
CIRCULAÇÃO TOTAL:(20%) 3.648 m ²	912 m ² /PAV.
APARTAMENTOS TOTAL: 13.592 m ²	3.648 m ² /PAV.

02 blocos de 02 pavimentos-tipo intercalados:

TIPO 01

4500 m²

90 kitinetes - 50m²

- 1 quarto - 12m²
- 1 sala/coz - 17m²
- 1 sacada/ escritório - 15m²
- 1 bwc - 3 m²
- 1 área de serviço - 3m²

TIPO 02

9000 m²

90 apartamentos - 100 m²

- 2 quartos -20/15 m²
- 1 sala/coz - 27 m²
- 1 sacada/ escritório - 30 m²
- 1 bwc - 5m²
- 1 área de serviço - 3m²

EQUIPAMENTOS:

02 salões de festas - 150m²/bloco 02 lavanderias coletivas - 100 m²/bloco
02 guaritas - 30 m²/bloco.

ÁREAS LIVRES:

31.920 m² - distribuídos em áreas verdes e praça central.

Tabela.5.4 – Áreas para o edifício proposto.
(FONTE: A AUTORA).

5.3 PARTIDO ARQUITETÔNICO

A arquitetura sustentável no Brasil ainda encontra-se em fase inicial. As pesquisas em território brasileiro apresentam estudos significativos a respeito do conforto térmico, do reaproveitamento de recursos e da geração de energia limpa, sem contudo apresentar uma linguagem arquitetônica única nas edificações implantadas.

Outro fator muito importante é a ausência de uma metodologia de avaliação brasileira. As iniciativas presentes, salvo concursos internacionais, norteiam-se através da fusão das inúmeras metodologias internacionais a fim de propor alternativas sustentáveis cujo custo seja compatível com o usuário brasileiro, adaptadas ao clima e materiais locais. A questão cultural também é fundamental, posto que a difusão destas edificações sustentáveis na relação com o espaço já consolidado é obtida de maneira diferente que em outros países.

A avaliação da eficácia nas edificações sustentáveis deve compreender o seu uso pós-ocupacional. Pela necessidade de manutenção diferente das casas usuais e pequenas mudanças de hábito, o desempenho dos equipamentos pode ser nulo, ou até mesmo prejudicar os usuários.

É imprescindível a fusão desta nova arquitetura ao urbanismo da cidade. O acesso do público à equipamentos de lazer, cultura, saúde e transporte, e as áreas verdes devem ser considerados nas diretrizes projetuais a fim de minimizar os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida dos usuários.

O partido arquitetônico do presente projeto consiste em uma nova arquitetura para um novo público emergente e surge como alternativa para a requalificação de ambientes urbanos degradados, com os seguintes parâmetros:

- Preservação da chaminé da fábrica da AMBEV como marco da ocupação histórica do bairro Rebouças.
- Aumento dos passeios existentes na quadra, preservação da arborização observada na Av. Getúlio Vargas.
- Orientação para a maior incidência solar. Fachadas principais para a orientação norte.

- Ventilação cruzada nos ambientes de maior permanência tais como quartos e sala.
- Orientação das áreas molhadas para a fachada oeste.
- Orientação do escritório para a fachada leste.
- Coletores solares para aquecimento da água com sistema auxiliar elétrico, situado na cobertura dos edifícios.
- Sistema de captação de águas pluviais provido de reservatório isolado do reservatório de água potável, para fins não potáveis.
- Vegetação disposta em área livre central, para auxiliar a criação de microclima.

O público selecionado para a edificação sustentável possui maior vínculo com o centro urbano e passa mais tempo em casa a trabalho, lazer ou com a família. A economia de energia e reaproveitamento de recursos torna-se mais eficaz à medida que os equipamentos providenciam à residência maior conforto e aproveitamento de recursos por um longo período de tempo, e o recorte para a área de intervenção diminui a distância dos usuários aos equipamentos e atividades no centro urbano, o que resulta na diminuição da utilização do automóvel e conseqüente diminuição da emissão de gás carbônico.

O recorte para a área de intervenção é a atual fábrica da AMBEV, remanescente da ocupação histórica inicial do bairro do Rebouças. Diferente das outras fábricas existentes na região, o funcionamento da fábrica é responsável pelo mau cheiro que incomoda os moradores. Para o projeto foi proposto a realocação da fábrica para a zona industrial de Curitiba e o uso da quadra conforme o zoneamento vigente ZR-4.

Dentre os materiais selecionados considerou-se o uso de pré-fabricados existentes na cidade de Curitiba, de modo a facilitar o processo da construção em uma região de caráter urbano. O menor consumo energético da madeira em relação ao cimento e a disponibilidade da técnica *light wood frame* na cidade foram fatores decisivos para a escolha da estrutura e fechamentos.

Em conseqüência destes fatores, outros pontos favoráveis ambientalmente podem ser citados: o transporte dos materiais ao terreno gera

menor desperdício energético, pois o material é leve e de menor volume, e também pode ser facilmente desmontado, e as chapas de OSB podem ser reaproveitadas de acordo com a necessidade, gerando menos resíduos construtivos na demolição.

Para os equipamentos residenciais sustentáveis, será utilizado o sistema de aproveitamento da água pluvial para uso não potável, como os sanitários e irrigação de jardins, sendo descartado o sistema de reuso da água por apresentar enorme risco de contaminação conforme o item 5.3 da presente monografia.

A utilização de painéis solares para o aquecimento da água em conjunto com o sistema auxiliar elétrico resulta na economia doméstica, sendo o sistema simples e de fácil manutenção. Em conjunto, as placas fotovoltaicas serão utilizadas para a geração da energia elétrica, e ambas localizadas sobre a cobertura e orientadas para o norte, para o maior aproveitamento dos raios solares. O uso do telhado jardim é questionável, à medida que possui custo para a implantação elevado e requer manutenção constante e adequada.

As diretrizes de conforto ambiental para a orientação do edifício são fundamentais. Estas têm sua base nas iniciativas e estudos brasileiros atuais: o posicionamento das edificações para melhor aproveitamento solar – Curitiba possui clima subtropical úmido e uma variação térmica elevada, sendo recomendada a orientação para a fachada quando possível, para o norte e a ventilação cruzada para os ambientes de maior permanência – quartos e salas por exemplo. Os fechamentos devem permitir menor troca de calor entre o meio externo e interno – serão propostos vidros duplos para o isolamento térmico e diminuição de ruídos.

De maneira conjunta, o partido formal será obtido através da estrutura e fechamentos e da distribuição dos edifícios na quadra, o que pode ser observado em diversos exemplos nacionais e internacionais. O seguinte projeto terá sua forma com base nestas premissas, de acordo com o lugar no qual está inserido e o perfil do público selecionado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSELRAD, H. **A duração das cidades : sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. Rio de Janeiro : DP&A, 2001.
- BENEVOLO, Leonardo. **A história da cidade**. 4ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.
- CASTELNOU, A. M. N.; FRANCISCONI, A. M.; BORMIO, A. P.; LOVATO, K. E.; SOUZA, H. M. B.; VECCHIATTI, S. O. F.; KAESTNER, S. **Considerações gerais sobre a eco-arquitetura**. In: REVISTA CIENTÍFICA TERRA E CULTURA. Londrina: Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL, v. 01, n. 33, p. 76-90, 2001.
- CHOAY, Françoise. **O urbanismo : utopias e realidades : uma antologia**. São Paulo : Perspectiva, 1979.
- COUTO, R. L. M. **Condomínio horizontal: uma interpretação que resgata o conceito da casa de vila**. In: REVISTA ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO. São Paulo: v. 10, n. 2, fev.1994. p. 16 – 31.
- LAMAS, J. M. R. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.
- MASCARÓ, J. L.; MASCARÓ, L. E. R. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios**. 2ª edição, Porto Alegre, Sagra-DC Luzzatto, 1992.
- MEADOWS, D. H. et al. **Limites do crescimento : um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o Dilema da Humanidade**. São Paulo: Perspectiva, 1973.
- MIRA, P. J. B. **Bloco de vivendas alinhados: perspectiva contemporânea**. Barcelona: AS, 1992.
- REVISTA AU. **Novo padrão de moradia**. São Paulo, n.180, mar. 2009. Editora Pini, 2009.

REVISTA PROJETO DESIGN. **Cidade-bairro aposta em urbanismo sustentável.** São Paulo: Arco Editorial, n.336. fev. 2008. p.116-119.

SACHS, I. **Espaços, tempos e estratégias do desenvolvimento.** São Paulo: Vértice, 1986.

_____. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** 3.ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SHERWOOD, Roger. **Vivienda : prototipos del movimiento moderno.** Barcelona : G. Gili, 1983.

SZABO, L.; GUERRA, A.; RUSSO, F. **Iniciativa solvin 2005: arquitetura sustentável.** São Paulo: Romano Guerra, 2005.

7 WEBGRAFIA

AGENDA 21(1992). **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=575&idMenu=9065>>. Acesso em: 05.mar.2009.

BRÜSEKE, F. J. **O problema do desenvolvimento sustentável**. Paper do NAEA 13, 1993. Disponível em: http://www3.ufpa.br/naea/gerencia/ler_publica/cao.php?id=233>. Acesso em: 18.mar.2009.

CIDADE PEDRA BRANCA. Disponível em:
<<http://www.cidadepedrabranca.com.br/>>. Acesso em 10. jun. 2009.

ELETROSUL. **Casa eficiente**. 2004. Disponível em:
<<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/>>. Acesso em: 08.jun.2009.

GAZETA DO POVO. **Sustentabilidade de Curitiba depende da Linha Verde**. 4. jun. 2009. Disponível em:<<http://pr.asbea.org.br/escritorios-arquitetura/noticias/sustentabilidade-de-curitiba-depende-da-linha-verde-140773-1.asp>>. Acesso em 13.jun.2009.

GONÇALVES JUNIOR, A.J.; CARSTENS, F.; COSTENARO, M. & FLEIGHT, L. **A nova arquitetura**. [200-]. Disponível em: <www.realiza.com/>. Acesso em 10. jun. 2009.

IBGE. **O Brasil em números, 2006**. Disponível em:
<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/brasilnumeros/Brasil_numeros_v14_2006.pdf>. Acesso em 08. jun.2009.

FINEP. **Habitação mais sustentável**, 2004. Disponível em:
< <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>> Acesso em 15 .abr .2009.

KRONKA, R. C. **Uso de materiais sustentáveis**. Palestra do ciclo de cursos de educação ambiental eco-arquitetura. 19.ago.2004. Disponível em:
<http://homologa.ambiente.sp.gov.br/EA/adm/admarqs/Roberta_Kronka.pdf>
Acesso em 21.mar.2009.

LOBODA, C. R.; ANGELIS, Bruno Luiz Domingos de. **Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções**. Revista Ambiência. Guarapuava: Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, v.1 jan/jun. 2005. Disponível em:
<<http://www.amda.org.br/assets/files/areasverdesurbanas.pdf>>. Acesso em 12.jun.2009

LEI 64/2007. **Câmara Municipal de Curitiba**. Disponível em:
<<http://74.125.47.132/search?q=cache:O8XtSdcPdZIJ:domino.cmc.pr.gov.br/contlei.nsf/bda4d31545fa6b95052568fc004f995f>>

/fd6223115bbbae032573b700708d10%3FOpenDocument+tecnoparque+zon
eamento&cd=10&hl=pt-BR&ct=clnk> Acesso em: 30.maio.2009.

MARIO CUCINELLA, 2009. Disponível em:

<<http://www.mcarchitectsgate.it/>> Acesso em 1. Jun. 2009.

MASISA. Disponível em: < <http://www.masisa.com/bra/por>

/desenvolvimento-sustentavel/desenvolvimento-sustentavel/2811/1699/>

Acesso em: 10 .jun. 2009.

MEIRINÕ, M.J. **Arquitetura e sustentabilidade. 2004.** Disponível em:

<<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp227.asp>> Acesso em:

16.mar.2009.

MONTIBELLER FILHO, G. **Ecodesenvolvimento e desenvolvimento
sustentável: conceitos e princípios.** Vol. 4, No 1. 1993. Disponível em:

<<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/viewFile/6645/6263>>

Acesso em: 15.mar.2009.

NPR.ORG. **Behind the Ever-Expanding American Dream House.** Disponível

em: <<http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=5525283>>

Acesso em: 12. jun. 2009.

PADILHA, F.T; HARDT, L.P.A; HARDT, C. - **Novos e velhos centros**

urbanos. IV Encontro Nacional da Anppas - 4,5, e 6 de junho de 2008.

Disponível em: < <http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS>

/GT8-831-535-20080510235810.pdf >

Acesso em 30.maio.2009.

POSTGREEN. **100K House Project.** Disponível em:

<www.postgreen.com/projects/100khouse/>. Acesso em: 15.mai.2009.

PROTOCOLO de Quioto (1992). **Organização das Nações Unidas no Brasil.**

Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br/doc_quioto.php>.

Acesso em 05.mar.2009.

REVISTA TECHNE. **Light wood frame - construções com estrutura leve de
madeira,** 2008. Disponível em:

<<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/140/artigo117396-1.asp>>

Acesso em 10.jun.2009

REVISTA TECHNE. **Light Wood Frame - "Popular com tecnologia",** 2002.

Disponível em: <<http://pcc2435.pcc.usp.br/textos%20t%C3%A9cnicos/estrutura/Popular%20com%20tecnologia.pdf>>

Acesso em: 10.jun.2009.

RATTNER, H.; VEIGA, J. E. **Programa de Pós-graduação em Ciências
Ambientais (PROCAM).** 2008. Disponível em:

<<http://irineiafranco.googlepages.com/ConceitodeDS.doc>>.

Acesso em 1.abr.2009

UAI. **Novas profissões têm cara futurista.** 18. jan.2009. Disponível em:
<http://www.uai.com.br/UAI/html/sessao_4/2009/01/18/em_noticia_interna,id_sessao=4&id_noticia=95773/em_noticia_interna.shtml>.
Acesso em: 12. jun.09.

USHOME. **Steel Frame: 1660 m² em 70 Dias.** Disponível em:
<<http://www.ushome.com.br/imprensa/sf1660m/sf1660m.htm>>. Acesso em
16.jun.09

100K HOUSES. Disponível em: <<http://www.100khouse.com/archives/>>
Acesso em 1. jun. 2009.

8 FONTES DE FIGURAS

CAED, 2009. Disponível em:

< <http://www.caed.kent.edu/History/Rome/Houses/ostia.jpg>>

Acesso em: 10.mai.2009.

CIDADEJARDIMECIDADEINDUSTRIAL, 2008. Disponível em:

< <http://cidadejardimecidadeindustrial.blogspot.com/>> Acesso em: 10 .jun.2009.

CURITIBACVB, 2009. Disponível em:

< <http://search.babylon.com/imageres.php?iu=http://www.curitibacvb.com.br/site/files/conteudo/image/curitiba01.jpg&ir=http://www.curitibacvb.com.br/site/home/?pagSec=9&ig=http://images.google.com/images?q=tbn:xjo1-Zf9xl2jYM:www.curitibacvb.com.br/site/files/conteudo/image/curitiba01.jpg&h=1225&w=1893&q=curitiba&babsrc=browsersearch>> Acesso em 10.jun.2009.

DÖRRBECKER, apud ZONU (2005). Disponível em:

<http://www.zonu.com/brazil_maps/Curitiba_Ubication_Localisation_Access_Map_Brazil_3.htm> Acesso em 18.jun.2009.

ELETROSUL,2004. **Casa Eficiente**.Disponível em:

<<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php?cd=63>>

Acesso em 8. jun. 2009.

FINEP. Habitação mais sustentável, 2004. Disponível em:

< <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>> Acesso em 15 .abr .2009.

IBGE. O Brasil em números, 2006.

Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/brasilnumeros/Brasil_numeros_v14_2006.pdf.> p.140 e p. 145. Acesso em 15. Jan. 2009.

INHABITAT. Transportation Tuesday, 2007. Disponível em:

< <http://www.inhabitat.com/2007/12/11/transporation-tuesday-curitiba/>>

Acesso em: 5.jun.2009

IPPUC. **Mapa das áreas verdes de Curitiba.**

Disponível em:

<http://ippucnet.ippuc.org.br/Bancodedados/Curitibaemdados/anexos/1997_Mapa%20%C3%81reas%20Verdes%20de%20Curitiba.jpg>

Acesso em 10.jun.2009.

----- **Regional Matriz, Curitiba.**

< <http://www.ippuc.org.br/informando/consecon/09%20MATRIZ.pdf>>

Acesso em 05.jun.2009.

-----. **Anel de conservação sanitário ambiental.**

<http://www.ippuc.org.br/pensando_a_cidade/index_zoneamento.htm>
Acesso em 05.jun.2009.

JAIME LERNER ARQUITETOS E ASSOCIADOS, 2009.
Rua Bom Jesus n.76, Juvevê.Curitiba, PR.

KNOWLEDGE, 2008. Disponível em:http://knowledge.allianz.com/nopi_downloads/images/3_reichstag_quer_1.jpg> Acesso em 15.mai.2009.

MARIO CUCINELLA, 2009. Disponível em:
<<http://www.mcarchitectsgate.it/>> Acesso em 1. Jun. 2009.

REVISTA AU. **Novo padrão de moradia.** São Paulo, n.180, mar. 2009.
Editora Pini, 2009.

POSTGREEN. **100K House Project**, 2009. Disponível em:
<www.postgreen.com/projects/100khouse/>. Acesso em: 15.mai.2009.

REVISTA PROJETODESIGN. **Cidade-bairro aposta em urbanismo sustentável.** São Paulo: Arco Editorial, n.336. fev. 2008. p.116-119.

TECHNE, 2008. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/140/artigo117396-1.asp>>. Acesso em 10.jun.2009

TISCALI, 2009. Disponível em: <<http://web.tiscali.it/icaria/urbanistica/godin/godin.htm>> Acesso em 20.mai.2009.

UPCOMMONS, 2004. Disponível em:
<<https://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/5032/6/Article09.pdf>>
Acesso em: 12.jun.2009.

100K HOUSES. Disponível em: <<http://www.100khouse.com/archives/>>
Acesso em 1. jun. 2009.