

BASES CONCEITUAIS DO PROJETO CASA AUTÔNOMA

Mário Hermes Viggiano

Projeto Casa Autônoma, SEPS 707/907, bloco F, sala 101, Brasília - DF, CEP 70.390-078,
fones (61) 244-1939 / (61) 9988-0576 - viggiano@casaaautonoma.com.br

RESUMO

A principal meta do Projeto Casa Autônoma é tentar reunir, em uma mesma unidade construída, soluções tecnológicas de ponta e soluções alternativas para problemas que hoje são latentes no cotidiano de nossas cidades, tais como a crise no abastecimento de água e o enorme custo social da produção e do desperdício da energia elétrica. Este mote ecológico do projeto é o mais importante e crucial, mas sem dúvida não é o único. Soma-se a ele, a preocupação com o futuro da arquitetura e a importância que ela representa para a sociedade, na medida em que cada vez mais se distancia de conceitos básicos e milenares, que são a busca do conforto e a adequação ao clima. A pesquisa busca ainda por um novo paradigma metodológico de projeto que nos permita estabelecer uma base ecológica para a produção arquitetônica.

O presente trabalho introduz as bases conceituais e teóricas do Projeto Casa Autônoma baseando-se na situação do mesmo no contexto dos problemas citadinos atuais, na formulação de premissas, na análise de uma estrutura metodológica de projeto, na revisão e introdução de conceitos e na apresentação das soluções adotadas em decorrência da aplicação do método.

ABSTRACT

The main goal of the autonomous house design is try to gather in the same constructed area the newest technologic solutions and alternative solutions for problems that nowadays are latent in the everyday life of our cities, as the water supply crisis and the enormous social cost and the waste of electric energy. This ecological motto of design is the most important and crucial, but without doubts not the only one. Added to it the preoccupation on the future of the architecture and the importance that it represents to society, in the level that it goes more and more distant from the ancient and basic concepts, that are the search for comfort and climate adequacy. Yet the research pursuit a new methodological paradigm of the project that would allow us to establish an ecological basis for the architectonic production.

The present work introduces the conceptual and theoretical basis of the Autonomous House Design based in the situation of it in the current urban contexts, in the premise formulation, in the analysis of the methodological structure of the design, in the revision and introduction of concepts, and in the presentation of adopted solutions due to the method application.

1. INTRODUÇÃO

O Projeto Casa Autônoma é um modelo de habitação auto-sustentável que segue os princípios da arquitetura ecológica e que reúne soluções tanto *vernáculos* quanto *tecnológicas* para problemas que são intrínsecos a ela e ao impacto que causa na cidade e no meio ambiente. Problemas como a crise energética, o abastecimento de água, o tratamento dos esgotos, o desperdício nas construções, o conforto da edificação, o lixo, a energia que emana e flui pelos materiais e ambientes, o clima e a cidade são abordados de uma maneira *holística* e sintetizados em forma de soluções próprias a uma habitação unifamiliar mas genéricas no conceito e nas possibilidades de uso extensivo pela população.

Em linhas gerais, uma casa autônoma é uma unidade residencial capaz de gerar ou coletar do micro-ambiente seus *insumos*, reciclar seus *produtos* e gerenciar de maneira eficiente suas funções cotidianas e o impacto diário no macro-ambiente.

O termo casa autônoma (autonomous house) foi introduzido na década de 70 e o original “conceito da casa autônoma foi proposto por Alexander Pike, professor na Escola de Arquitetura da Universidade de Cambridge, como uma parte do preparo para a conferência sobre meio-ambiente das Nações Unidas em Estocolmo, 1972” (Vale, 2000). Na definição de Brenda e Robert Vale “a casa autônoma é definida como uma casa que opera independente de qualquer entrada com exceção daquelas do seu ambiente imediato. A casa não é ligada aos sistemas principais de gás, eletricidade ou esgotos, mas usa as energias de entrada como o sol, vento e chuva como serviços e para processar os seus próprios dejetos.” (Vale, 1975).

Muito antes das primeiras iniciativas de projetos de casas autônomas, surgiram inúmeras propostas que visavam exclusivamente a autonomia energética da edificação. Estas iniciativas foram chamadas de *casas solares* por se utilizarem da energia solar para a geração de energia elétrica através de processos fotovoltaicos e do potencial da energia solar passiva para o aquecimento. Um histórico da evolução destas casas solares é citado por Moore (1993) e uma relação extensa de exemplos por McPhilipps (1985).

Poucos, no entanto, são os exemplos de casas com autonomia total dos insumos e produtos e este é o objetivo primordial deste projeto que apresentamos em forma de conceituação de suas premissas e de sua estrutura. Para tanto, serão necessários revisar conceitos já estabelecidos como os *da arquitetura bioclimática*, e da *eficiência energética* e conceitos mais recentes como o da *arquitetura ecológica* (Yeang, 1999). Dividiremos o mesmo em três partes na qual a primeira avalia conceitos e revisa opiniões já consagradas, inserindo as chamadas “premissas” do projeto. A segunda propõe uma estrutura metodológica para o projeto, e a terceira desenvolve as premissas já dentro da estrutura projetual, apresentando elementos de projeto com soluções prospectivas.

2. A CASA AUTÔNOMA E OS PROBLEMAS ATUAIS

A produção arquitetônica das últimas décadas reflete o legado da geração dos arquitetos ditos “modernos” e dentre todas as contribuições negativas que o modernismo proporcionou, nenhuma foi tão devastadora quanto a disseminação do *estilo internacional* na arquitetura. Este conceito estético (ou talvez técnico/estético) ficou assim conhecido por se utilizar de soluções puramente formais em detrimento das tradições locais, desconsiderando principalmente as variantes climáticas e a análise do sítio. “Alguns arquitetos (principalmente Frank Lloyd Wright, Le Corbusier e Alvar Aalto), fixavam muitos dos princípios históricos da orientação do lugar, ventilação natural, iluminação da luz do dia enquanto seletivamente incorporavam a nova tecnologia como um *meio* do processo do projeto de uma construção. Outros ignorando o clima, usaram a nova tecnologia de construção como um *fim*, gerando a forma da construção diretamente.” (Moore, 1993).

Uma modesta “reação ecológica” ao estilo internacional se inicia na década de 50 com sucessivos estudos do que se convencionou chamar de *arquitetura bioclimática*. Este termo, extremamente apropriado, expressa a relação do ser humano, ao nível de suas necessidades biológicas de conforto, ao clima, considerando suas benéncias e seus rigores, passando pela arquitetura que é o abrigo, a interface, o meio pela qual esta relação dependente pode ser concretizada. Um dos precursores deste modo de abordagem bioclimático foi Victor Olgyay, que no seu livro *Arquitetura e Clima*, introduziu o termo *bioclimatic approach* (abordagem bioclimática) na arquitetura.

O conceito de arquitetura bioclimática evoluiu muito nas últimas quatro décadas e hoje interage com formulações teóricas e práticas de *ecologia profunda* e *sustentabilidade*. O termo *ecologia profunda* foi citado inicialmente pelo filósofo norueguês Arne Naess no início da década de 70. Para Naess, “a ecologia rasa é antropocêntrica ou centralizada no ser humano. Ela vê os seres humanos como situados acima ou fora da natureza, como a fonte de todos os valores e atribui um valor instrumental ou de uso a natureza. A ecologia profunda não separa seres humanos ou qualquer outra coisa do meio ambiente natural. Ela vê o mundo não como uma coleção de objetos isolados, mas como uma rede de

fenômenos que estão fundamentalmente interconectados e são interdependentes” (Capra, 1996) A melhor definição de *sustentabilidade* é a formulada por Lester Brown que afirma que “uma sociedade sustentável é aquela que satisfaz suas necessidades sem diminuir as perspectivas das gerações futuras”(Capra, 1996).

Apesar de tudo, hoje o edifício e a própria cidade, considerados como fazendo parte do ecossistema humano, poucas vezes são vistos como “sistemas” mas sim, como aglomerados de problemas isolados que devem se resolver a partir de ações pontuais e específicas. A maioria dos arquitetos desenvolve seus projetos a partir somente da análise do binômio forma/função, desprezando as variáveis climáticas e o desempenho térmico e energético da futura edificação, bem como o impacto que a edificação produz no ambiente.

Ao nível urbano, cada parte ou setor da cidade, possui seus departamentos com seus burocratas específicos e raramente um problema é resolvido de forma multidisciplinar, buscando-se as soluções que se apresentam mais fáceis a primeira vista e quase nunca, se avaliam a repercussão das atitudes nos outros níveis da cadeia social e ecológica. É mais fácil canalizar um rio poluído do que recuperá-lo, é mais fácil assentar uma população migrante na grande cidade, do que dar condições dignas de sustentação no campo, é mais fácil criar um horário de verão para tentar economizar energia do que promover formas alternativas de geração e de conservação desta mesma energia.

A questão energética tem sido fartamente analisada nos últimos 30 anos em decorrência da famosa crise do petróleo da década de 70: “O dramático aumento do preço do petróleo dos anos 70, combinado com aumentos das taxas internacionais de juros, rapidamente terminaram com a era da energia barata, levando a um questionamento do modelo de desenvolvimento adotado até então. A energia se tornou um forte limitante para o progresso econômico de muitos países em desenvolvimento. Ainda hoje, ela representa um fator de preocupação na área econômica e mais recentemente na área ambiental.” (Jannuzzi, 1997).

Mais do que urgente é o estabelecimento de estratégias para minimizar o consumo de energia nas edificações e ao “arquiteto cabe a concepção de projetos que possibilitem a execução de edifícios mais eficientes, logrando com essa postura o conforto dos usuários e o uso racional da energia. (Lamberts, 1997).

A questão hídrica é outro ponto de enfoque da Casa Autônoma pois a água é um recurso que, apesar de encontrado em abundância na natureza, constitui motivo de preocupação e estudo pelos ambientalistas devido principalmente a má conservação e a poluição dos mananciais e ao consumo excessivo e desordenado ao nível urbano.

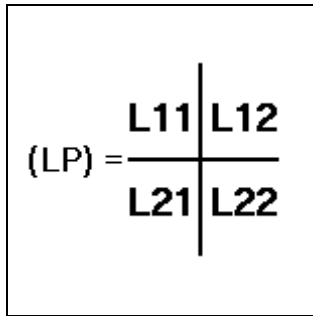
Introduzidas estas questões, podemos estabelecer as seguintes *premissas* (proposições iniciais fundamentais, nas quais as soluções de projeto devem se enquadrar) para a concretização de um projeto piloto de casa autônoma:

- 1) Baixo impacto ambiental na construção, utilização dos materiais e na destinação dos produtos;
- 2) Geração de energia com o objetivo de se alcançar uma autonomia energética;
- 3) Manutenção de um ambiente confortável;
- 4) Reciclagem dos produtos;
- 5) Monitoramento dos sistemas.

3. ESTRUTURA METODOLÓGICA DO PROJETO

Estabelecidas as premissas que norteiam a concepção, podemos passar a analisar uma possível estrutura metodológica para este projeto.

O arquiteto Ken Yeang em seu livro *Projetar com a Natureza*, formulou um conceito estrutural de *projeto ecológico* baseado em quatro grupos de interações:



L11 - refere-se aos processos e atividades que tem lugar dentro do sistema ou nas áreas de interdependências internas;

L22 - refere-se aos processos e atividades que tem lugar no meio ambiente do sistema ou nas interdependências externas;

L12 - refere-se aos intercâmbios do sistema com seu meio ambiente ou as interdependências de transação sistema/meio ambiente;

L21 - refere-se aos intercâmbios do meio ambiente com o sistema ou as interdependências de transação meio ambiente/sistema.

Um *sistema*, por definição é um “conjunto estruturado de objetos e/ou atributos. Esses objetos e atributos consistem de componentes ou variáveis (isto é, fenômenos que são passíveis de assumir magnitudes variáveis) que exibem relações discerníveis um com os outros e operam conjuntamente como um todo complexo, de acordo com determinado padrão” (Christofoletti, 1999). Um *modelo de sistema* é uma representação simplificada que inclui elementos importantes e exclui elementos pouco significativos e que procura, ao invés de imitar a realidade, representar de maneira esquemática ou simbólica as interações entre os elementos. A *matriz sistêmica* é a estrutura de um modelo de sistema. Na proposta de Yeang citada acima, a matriz sistêmica (LP) é o esquema das quatro interações L11, L22, L12, L21.

Baseado nesta estrutura de interações, e nas premissas do tópico anterior, desenvolvemos uma modelagem para os sistemas da Casa Autônoma representada na figura 1:

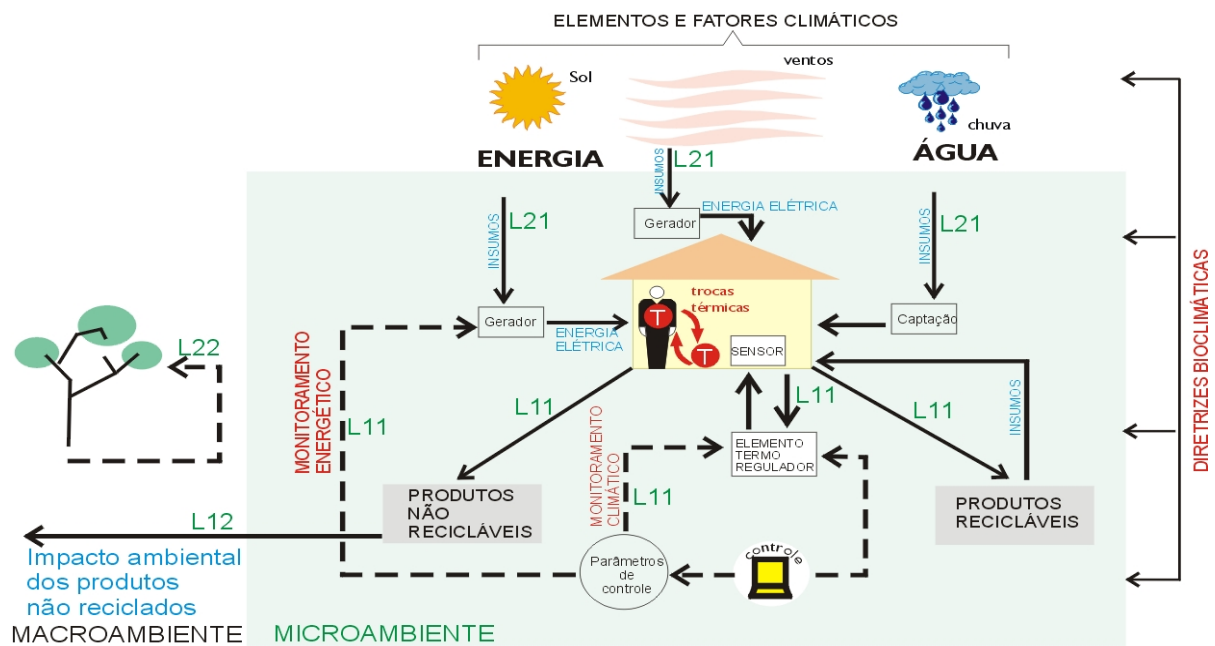


Figura 1 – Modelagem dos sistemas da Casa Autônoma

A análise detalhada deste esquema nos impele a proceder algumas definições necessárias ao seu entendimento:

As *diretrizes bioclimáticas* são proposições genéricas que foram buscadas a partir de pesquisa na literatura existente e que determinam pequenas regras que, se seguidas, podem ocasionar soluções de projeto em consonância com o ambiente do local.

Insumos (água e energia) são os elementos necessários à alimentação dos sistemas e os *produtos* (águas servidas e lixo) são os elementos que sobram dos processos e necessitam ser tratados para retornarem ao sistema ou eliminados de alguma maneira.

Os elementos e os fatores climáticos são as variantes que não podem ser alteradas do sistema. Os elementos climáticos são a temperatura ambiente, a umidade do ar, as precipitações e os movimentos do ar. Os fatores climáticos globais são a radiação solar, a latitude, a altitude, os ventos e as massa de água e terra. Os fatores climáticos locais que caracterizam o microclima são a topografia, a vegetação e a superfície do solo. (Romero, 1988).

Os parâmetros de controle são as variantes mutáveis do sistema e são definidas a partir dos cálculos energéticos de desempenho dos materiais e das diretrizes de conforto. Os parâmetros estabelecem os pontos limites máximos e mínimos no qual devem operar os *elementos termo-reguladores* que se dividem em passivos e mecânicos. Os *passivos* são os elementos arquitetônicos que podem proporcionar o aquecimento solar passivo ou o resfriamento passivo, tais como janelas e persianas para controle de iluminação e ventilação. Os *meccânicos* destinados ao aquecimento e ao resfriamento podem ser exemplificados como ar condicionado, vaporizador, boiler e aquecedor elétrico.

O *monitoramento climático* consiste na análise da situação térmica e de umidade ao longo do dia e durante todos os dias do ano. Este monitoramento é executado através do sistema de sensores e controladores. O monitoramento deve avaliar os dados diários, compará-los com os parâmetros e fornecer a informação ou comando para uma *ação reguladora*. A *ação reguladora* age diretamente nos elementos termo-reguladores com o objetivo de produzir um ajuste de temperatura ou umidade. Logicamente só poderão receber uma ação reguladora os elementos passivos e mecânicos que tiverem as condições de mobilidade e autonomia previamente estabelecidos em projeto. A possibilidade de utilização de um software de controle propicia a avaliação do ajuste efetuado, checando os dados com os cálculos prévios e gerando relatórios diários. A avaliação dos dados diários de temperatura e das ações ao longo de um período possibilita a avaliação do desempenho dos elementos termo-reguladores indicando o grau de sua eficiência.

O *monitoramento energético* consiste da análise do consumo diário, da produção diária dos geradores, estado de carga das baterias, desempenho do sistema em relação ao projetado e do desvio do desempenho. Como respostas à avaliação dos parâmetros, deverá ser capaz de produzir as ações de alarme de sobreconsumo, alarme da situação crítica e bloqueio de circuitos. O *sobreconsumo* é o consumo acima do parâmetro previsto para determinada situação. A *situação crítica* é a situação em que o sobreconsumo atingiu um limite que pode vir a por em risco o sistema como um todo e ocasionando uma descarga excessiva dos bancos de bateria e uma possibilidade de *blackout*. (Viggiano, 2001).

Ressaltamos que toda a estrutura de interações esquematizada na figura 1 está embasada em uma metodologia cíclica de projeto que prevê a *Análise*, onde o programa é definido a partir das necessidades e estabelecimento das variáveis atuantes como a localização no sítio, o solo, as orientações, a vegetação nativa, recursos hídricos, clima, radiação incidente, temperaturas e microclima. *Síntese* com a produção de uma ou mais soluções de projeto e *Avaliação* da eficiência e rendimento das soluções de projeto (Yeang, 1999).

4. AS PREMISSAS E O MÉTODO GERANDO AS SOLUÇÕES DE PROJETO

A partir das definições do tópico anterior, podemos apresentar **algumas** das soluções de projeto organizadas dentro de seus níveis sistêmicos. Ressaltamos que esta forma de abordagem anula o tradicional modelo de representação de projeto que fragmenta as soluções em arquitetura, estrutura, instalações elétricas, sanitárias, telefônicas e hidráulicas, e introduz uma outra forma possível de representação que valoriza prioritariamente as conexões entre os elementos dos sistemas:

4.1 Sistema Autônomo de Climatização

O sistema de climatização abrange a *climatização passiva* através da utilização do potencial de inércia térmica dos materiais, da vegetação, da ventilação e da *climatização mecânica* (vaporização de fachadas e pano de água circulante no telhado) para a redução da temperatura interna quando necessário, não sendo prevista a utilização do ar-condicionado, devido ao seu alto consumo energético.

As principais soluções de projeto criadas para adequar a proposta arquitetônica às características climáticas são a otimização da *orientação da construção*, os *fartos beirais* com o sombreamento da fachada conseguido com beirais de 1,20 m, os *beirais verdes* que são estruturas de aço delgado aonde são plantadas trepadeiras que ajudam na climatização propiciando sombra, o potencial de *inércia térmica* através de materiais com alta inércia nas paredes, telhados e nas aberturas, a *umidificação do telhado* e a *vaporização da fachada*. A cúpula principal leva também uma cascata de água sobre o pano de cobertura translúcida e a umidificação se completa com uma cascata externa e um espelho d'água que penetra para o interior da edificação. As *aberturas* são fartas porém sombreadas com uma captação alternativa dos ventos através de uma clarabóia localizada no jardim de inverno do segundo piso, também servindo para o controle do ar aquecido da edificação.

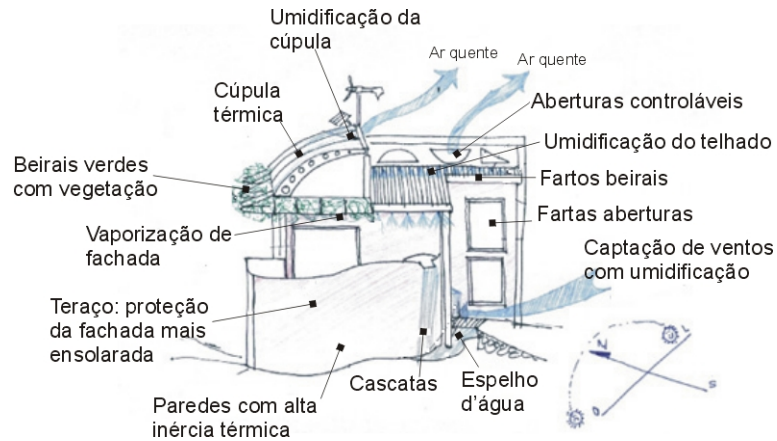


Figura 2 – Croqui com as principais soluções de climatização

4.2 Sistema Autônomo de Energia

Os sistemas de geração de energia serão responsáveis por propiciar uma autonomia de 100% da energia elétrica consumida na residência através de um sistema híbrido de geração solar e eólico. A figura 3 apresenta a modelagem esquemática do sistema de energia, o quadro 1 apresenta um resumo do consumo diário e o quadro 2 o dimensionamento do sistema de geração elétrica contendo os painéis solares, as turbinas eólicas e o banco de baterias:

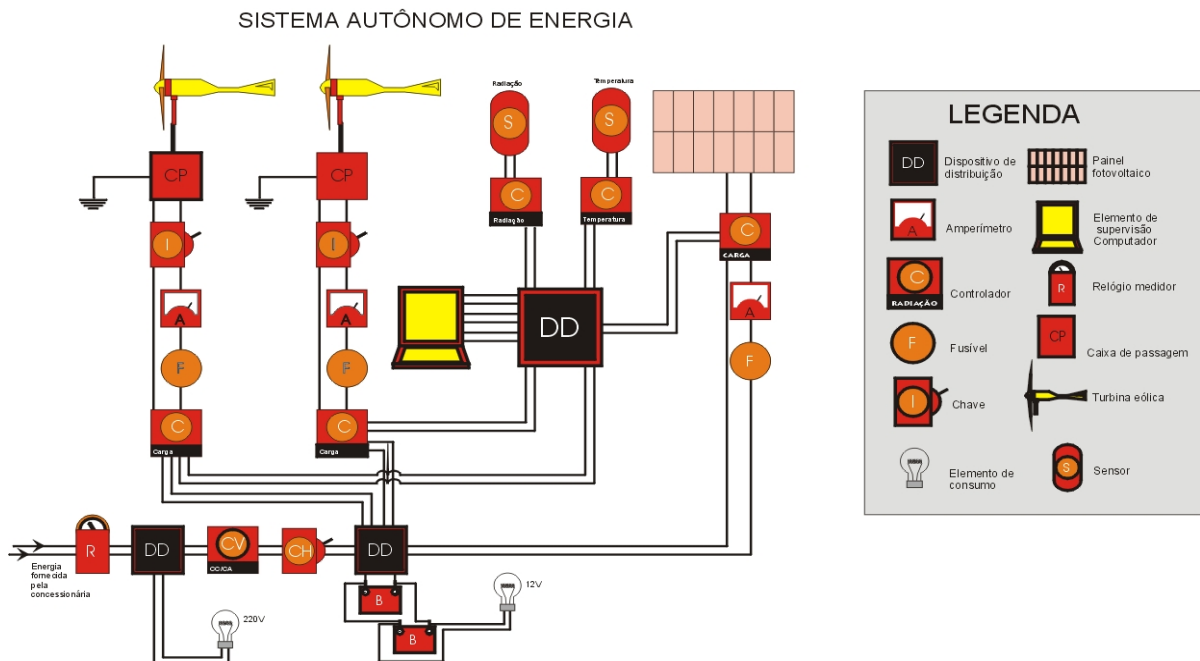


Figura 3 – Sistema autônomo de energia

Quadro 1 – Consumo diário

Consumo diário	
Aparelhos de uso cotidiano	2.800 Wh
Aparelhos de uso esporádico	1.008 Wh
Equipamentos	1036 Wh
Bombas e motores	1.355 Wh
Iluminação	696 Wh
Total de consumo diário	6.895 Wh
Tensão do sistema	12V
Consumo diário em Ah	574,58 Ah

Quadro 2 – Dimensionamento

Dimensionamento do sistema		
Insolação situação crítica	3,3 horas diárias	
Insolação mais farta:	10 horas diárias	
Insolação média:	6,8 horas	
Veloc. Ventos adotada:	6 m/seg	
Horas de vento adotada:	6 horas	
Painéis solares	14 unidades	1,4 Kwp
Turbinas eólicas	2 unidades	0,72 Kwp
Baterias	24 unidades	2420 Ah

4.3 Sistema Autônomo Hidro-sanitário

O projeto prevê autonomia de 100% de consumo de água, levando-se em conta os diversos meios de insumos de água ao sistema, representados esquematicamente na figura 4:

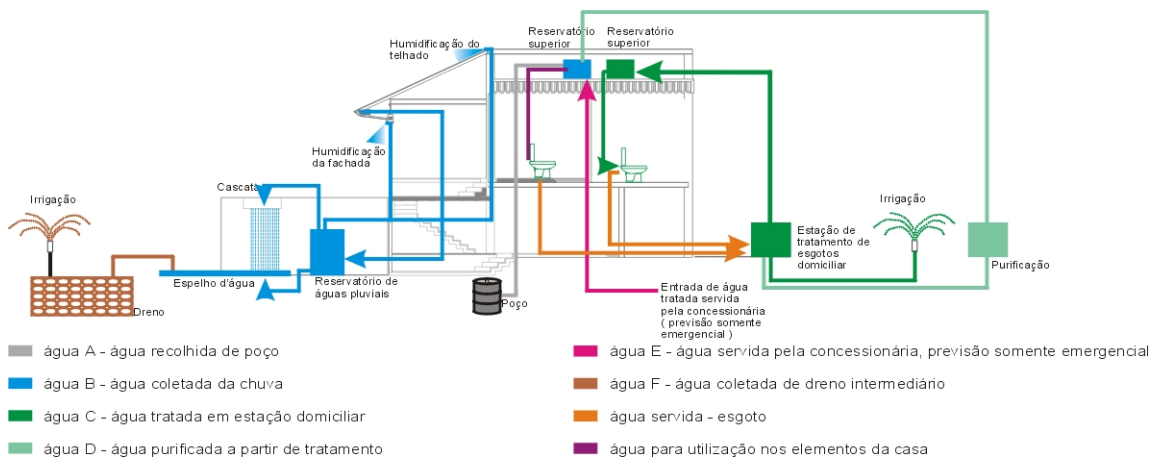


Figura 4 – esquema do fluxo e do aproveitamento da água

O sistema hidro-sanitário abrange as águas pluviais, as águas coletadas e limpas e as águas servidas (esgoto). A água limpa também será coletada de um poço e servida ao sistema de armazenagem. A água servida pelo esgoto será reunida na fossa séptica e submetida a um sistema de filtragem através dos *septodifusores*, sendo coletada e retornando a uma caixa própria que servirá novamente aos vasos sanitários, formando um processo cíclico. Parte desta água será desviada para um poço de tratamento. Neste poço, plantas aquáticas farão uma purificação desta água, retirando o excesso de nitrogênio e posteriormente filtradas e cloradas obtendo-se assim uma água com grau elevado de limpeza.

4.4 Sistema de Gerenciamento e Automação

Todos os processos e sistemas elétricos da Casa Autônoma serão supervisionados com o auxílio de um software com uma aplicação específica para este projeto, fornecendo uma avaliação da eficácia dos sistemas e possibilitando o acionamento de mecanismos de *feedback* corretivos. Dentre a extensa lista de pontos monitorados ressaltamos as temperaturas internas e externa, umidade relativa, velocidade do vento, radiação solar, consumo das diversas fontes de insumos de água, estado dos equipamentos, níveis dos reservatórios, energias instantâneas geradas pelos geradores, carga das baterias, comandos de iluminação e cenários comando de som, acionamento de persianas, irrigação, sistema de segurança e alarme, sistema de proteção contra descargas atmosféricas, proteção de circuitos, climatização mecânica, comando de bombas e cascatas e bloqueio de circuitos.

5. CONCLUSÕES

Como conclusão a este trabalho, ressaltamos o caráter cíclico da proposta de casa autônoma apresentada. Uma proposta cíclica, baseada nas interações, não termina com o traço final do arquiteto. Ela permite reavaliações e retro-alimentações e prossegue evoluindo até mesmo na fase da construção e depois na ocupação pós-obra. A palavra evolução é colocada aqui não no sentido histórico *darwinista* de eliminação do mais fraco, mas na da concepção sistêmica de cooperação e reciprocidade.

Esta proposta urbana de casa autônoma apresentada é dependente de sistemas eletrônicos de controle e ação. Consideramos este aspecto positivo pois explicita uma tentativa clara de aliar uma tecnologia *de ponta* que é a automação residencial, com sistemas naturais utilizados ao longo da história da arquitetura. No outro extremo, estuda-se para o futuro, a formulação de uma elegante proposta rural, em que o impacto ambiental de materiais será analisado desde sua fabricação ou coleta, com a utilização prioritária de elementos naturais e sem a utilização de sistemas de controle eletrônicos.

A consecução de uma casa autônoma pode parecer em um primeiro momento, uma ação utópica. A nossa sociedade encontra-se tão segmentada e especializada que soluções holísticas tendem a receber uma fria acolhida, oriunda de um pré-conceito que se originou da tradição mecanicista e segmentária embutida no cerne de nossas instituições. No sentido de vencer a inércia cartesiana é que o *Projeto Casa Autônoma* abraçou a multidisciplinaridade e o desafio maior de conjugar forças em torno de um objetivo comum. Neste esforço, estão presentes os mais diversos segmentos da sociedade para a construção do primeiro protótipo na cidade de Brasília, capital do Brasil: arquitetos, designers, engenheiros, publicitários, jornalistas, empresas de comunicação e marketing, fornecedores de materiais de acabamento, e empresas ligadas a construção civil, todos unidos numa *sadia parceria* que representa a essência do projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPRA, F. (1996) *A Teia da Vida*, Cultrix, São Paulo. 256p.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1999) *Modelagem de Sistemas Ambientais*. E.Blücher, São Paulo. 236p.
- JANNUZZI, G. (1997) *Planejamento Integrado de Recursos Energéticos*. Autores Associados, Campinas, São Paulo. 246p.
- LAMBERTS, R. (1997) *Eficiência Energética na Arquitetura*. PW Editores Associados, São Paulo. 189p.
- Mc PHILLIPS, M. (1985) *Viviendas com Energía Solar Pasiva*. Gustavo Gilli, México. 143p.
- MOORE, F.(1993) *Environmental Control Systems*. McGraw Hill, USA. 427p.
- OLGYAY, V. (1998). *Arquitectura Y Clima*. Gustavo Gilli, Espanha. 203p.
- ROMERO, M. (1988) *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. Projeto Editores Associados, São Paulo.128p.
- VALE, B. e R. (1975) *The Autonomous House*. Thames & Hudson, Londres, 1975.
- VALE, B. e R. (2000) *The New Autonomous House*. Thames &Hudson. Londres. 256p.
- VIGGIANO, M. (2001) *Relatório do Projeto Casa Autônoma*. Tomo II – Viabilidade da Autonomia Energética. Relatório, 16p. André Quicé Editor, Brasília.
- YEANG, K. *Proyectar com la Naturaleza*. Gustavo Gilli, Espanha. 198p.