

Título do Simpósio Temático

Solar Decathlon: o desafio do projeto colaborativo e interdisciplinar

Título do trabalho

Implantação de automação residencial em Habitações Sustentáveis de Alto Desempenho: a Casa Solar Flex e a gestão de informações

Autores

Daniel Mayer, aluno de Mestrado, PPGEAS-UFSC;

José Ripper Kós, PhD, PGAU-Cidade-UFSC e PROURB-UFRJ;

Ricardo José Rabelo, Dr., PPGEAS-UFSC;

Carlos Barros Montez, Dr., PPGEAS-UFSC.

Resumo

A implantação de Sistemas de Automação Residencial e a adoção de Habitações Sustentáveis de Alto Desempenho têm se apresentado como duas tendências importantes para a transformação da maneira como as residências são construídas e utilizadas. Neste contexto, o desenvolvimento do protótipo “Casa Solar Flex” permitiu que o projeto destes elementos fosse realizado de maneira integrada, de forma que eficiência no uso de recursos e sustentabilidade sejam favorecidos, sem desconsiderar aspectos como conforto, segurança e integração de sistemas. O conhecimento apropriado de informações residenciais se mostrou como um dos elementos-chave para a viabilização da sustentabilidade, pois pode contribuir significativamente para o uso apropriado dos recursos, ao mesmo tempo em que permite a conscientização dos usuários a respeito de suas ações cotidianas.

Palavras Chave: Automação Residencial, Habitações Sustentáveis de Alto Desempenho, Casa Solar Flex.

Abstract

The insertion of Home Automation Systems and the adoption of High-Performance Green Buildings have been seen as two important trends to transform the way homes are built and used. In this context, the development of "Casa Solar Flex" prototype has enabled the design of these elements in an integrated manner, so that resource use efficiency and sustainability can be enhanced, without harming aspects such as comfort, safety and systems integration. The suitable knowledge of residential information has figured to be a key element to obtain sustainability, since it may contribute significantly to the appropriate use of resources, while it promotes users' awareness related to their daily actions.

Keywords: Home Automation, High-performance green buildings, Casa Solar Flex.

1. Introdução

A implantação de *Sistemas de Automação Residencial* (SARs) vem aumentando ao longo das últimas décadas, sendo motivada por novas necessidades geradas em virtude do modo de vida contemporâneo. Além disso, ela está sendo viabilizada graças à diminuição dos custos do sistema e aos avanços tecnológicos na área.

Paralelamente, houve avanços significativos nos projetos e construções de residências contemporâneas, onde há uma preocupação crescente com critérios tais como sustentabilidade e eficiência do uso de recursos, constituindo o que passará a ser chamado neste trabalho de *Habitações Sustentáveis de Alto Desempenho* (HSADs). Estas residências tendem a ser mais comuns à medida que as pessoas se conscientizam do papel que desempenham no meio ambiente; que reconhecem os benefícios que estas podem lhes propiciar; que os materiais e equipamentos necessários venham a ter preços mais acessíveis e também, à medida que as regulamentações construtivas se tornam mais exigentes.

Nesse contexto, surge a necessidade da incorporação adequada de um SAR em uma HSAD, de forma que juntos eles possam compor uma residência bem concebida, onde os diferentes projetos e sistemas estejam devidamente integrados e compostos de forma coesa e, assim, a casa como um todo possa atingir de fato os graus de eficiência e sustentabilidade esperados.

O desenvolvimento do projeto *Casa Solar Flex* (CSF) demonstrou que cada vez mais SARs poderão atuar como gerenciadores de informações, além de poderem viabilizar a integração dos diferentes sistemas de uma residência. Nesse sentido, o projeto de um SAR deve reunir os sistemas da casa e atuar como um veículo para que os ciclos da natureza voltem a ser importantes em uma HSAD, de forma semelhante às casas construídas a partir de métodos tradicionais relacionados às condições ambientais de cada região.

Dessa forma, há uma tendência evidente de que eficiência e sustentabilidade serão cada vez mais relevantes no âmbito residencial, ao mesmo tempo em que SARs passarão a ser mais utilizados. Entretanto, se estes não forem empregados com o devido critério, poderão não contribuir satisfatoriamente para que a residência como um todo apresente a redução significativa dos impactos indesejados ao meio ambiente.

Com a tecnologia correta e adequadamente empregada, os usuários da residência terão ao seu dispor os meios necessários para que possam manter hábitos favoráveis a um modo de vida sustentável, porém sem reduzir seu conforto. Além disso, não só a casa – com algumas de suas funções automatizadas – mas os próprios usuários poderão contribuir para o funcionamento desejado da residência, com a qual aprendem continuamente.

Levando esses fatos em consideração, este trabalho tem o objetivo de evidenciar a importância das informações residenciais no intuito de melhorar os aspectos de sustentabilidade e eficiência de uma HSAD, apresentando alternativas de como um SAR pode contribuir para o seu funcionamento.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: o Capítulo 2 relata a necessidade da reaproximação das residências aos ciclos da natureza; o Capítulo 3 apresenta uma breve avaliação sobre recursos; o Capítulo 4 aborda alguns dos benefícios que a Automação Residencial (AR) pode trazer para uma HSAD em virtude do conhecimento de informações; o Capítulo 5 descreve em linhas gerais como foi idealizado o projeto de AR para a CSF; o Capítulo 6 apresenta algumas conclusões relacionadas ao trabalho.

2. A conexão entre os ciclos da natureza e as residências

Populações de diferentes comunidades espalhadas por todo o planeta construíram, ao longo da história, moradias que se adaptavam aos seus costumes e condições ambientais. Estas moradias foram desenvolvidas através de muitas gerações que verificavam empiricamente as que obtinham melhores resultados e mostravam-se mais confortáveis. Soluções engenhosas e criativas foram desenvolvidas por povos considerados primitivos e adaptavam-se aos ciclos da natureza em cada região. Da mesma forma que os costumes destes grupos foram importantes para a criação de seus abrigos, a maneira como estes últimos se comportavam em cada estação ou mudança climática também influenciou os hábitos de seus moradores. Por essa razão, a casa de um determinado povoado é muitas vezes associada a este grupo como uma imagem deste povo. Além disso, estas casas, seus materiais e soluções, representam regiões e o próprio meio-ambiente onde elas estão localizadas.

A maior parte destas edificações possui uma configuração dinâmica e se adapta a diferentes horários, estações, etc. Seu dinamismo aproxima os moradores e seus hábitos dos ciclos da natureza. Janelas ou portas são fechadas quando o vento muda de direção e algumas vezes até o local onde as famílias cozinham está relacionado com alterações climáticas. Outras casas são constituídas por uma série de camadas que são fechadas por seus moradores nos dias mais frios ou abertas quando a temperatura torna-se mais elevada. Por estas razões, estas casas são instrumentos que ajudam a conectar os homens com a natureza.

O desenvolvimento de diversas tecnologias vem alterando essa relação entre as residências e o ambiente natural. As diferenças entre casas localizadas em regiões sem qualquer semelhança diminuíram. Finalmente, o modelo denominado “International Style” veio acompanhado de uma série de equipamentos e técnicas para amenizar o desconforto causado por variações extremas do clima separando definitivamente os moradores das variações do meio ambiente. As novas construções poderiam, com pequenas adaptações, estar em qualquer região do planeta. Seus novos moradores não precisavam mais conhecer o ciclo lunar ou o regime de ventos da sua região, e os edifícios não representavam mais o meio ambiente onde estavam construídos. O distanciamento entre os homens e a natureza ocorreu em diferentes

situações cotidianas e as edificações representam apenas parte desta mudança dos hábitos do homem moderno.

Entretanto uma nova mudança está surgindo. Há algumas décadas, poucas pessoas, frequentemente rotuladas como radicais, buscavam demonstrar a situação insustentável da humanidade e seu modo de vida. Atualmente, já existe um consenso de que necessitamos mudar essa direção, mas ainda estamos longe de tomarmos atitudes realmente eficazes. Recentemente, na introdução de seu livro sobre Urbanismo Ecológico, Mostafavi (2010), dean da Harvard Graduate School of Design, destacou o conceito ético-político de Guattari denominado ecosofia, que defende que apenas uma articulação entre as três ecologias (o meio-ambiente, as relações sociais e a subjetividade humana) poderia oferecer uma resposta para a crise ecológica que vivemos. É necessário que esta resposta ocorra em uma escala global, mas também na escala do indivíduo.

Outra mudança está ocorrendo através das tecnologias direcionadas para residências de energia zero (que produzem na média anual toda a energia que consomem). As casas devem gerar localmente grande quantidade de energia através de fontes renováveis, mas o foco principal destas tecnologias é direcionado para a redução do consumo através de sistemas e equipamentos muito eficientes. Estas tecnologias possuem ainda um significativo potencial de reconexão do homem contemporâneo com o ambiente natural e os ciclos da natureza. Grande parte destas possibilidades de geração de energia não é constante, estando diretamente relacionada aos ciclos da natureza. Além disso, sistemas e equipamentos eficientes são preferencialmente passivos, não dependendo do uso da energia da casa e, portanto, necessitam de energia externa disponível na natureza, como ventos, sol ou diferenças de temperatura. Ao contrário do modelo de casas que pode ser reproduzido em qualquer região do planeta, estas devem estar adequadas ao clima local e às disponibilidades de energia que são extremamente variáveis.

Mais recentemente, os sistemas destas residências vêm sendo interconectados através de cada vez mais complexos SARs. Os sistemas mais básicos organizavam informações pré-definidas pelos usuários para automatizar atividades rotineiras. Entretanto, os sistemas de automação podem ser cada vez mais dinâmicos ao se adaptarem às variações da residência e do meio-ambiente, medidas através de diferentes tipos de sensores. Talvez aí esteja o mais relevante potencial para facilitar a conexão dos moradores com os ciclos da natureza. Ao gerenciar

informações fornecidas por sensores conectados aos vários sistemas da casa e àqueles que propiciam informações relacionadas às condições climáticas, os SARs devem disponibilizar informações relevantes e organizadas para que os usuários possam efetuar suas escolhas. Conectados à Internet, estes sistemas podem ainda associar informações de serviços de previsão climática. Inúmeras possibilidades se abrem para que os moradores possam saber quanto cada escolha demanda de energia, recursos naturais e, em última análise, impacta o meio ambiente. Além disso, o usuário pode saber o melhor momento para realizar determinada atividade, dependendo da disponibilidade de energia ou a previsão de que estes recursos podem ser maiores ou menores.

Neste sentido, SARs possuem um importante caráter educativo. Eles possibilitam um impacto de grande relevância na mudança dos hábitos dos moradores e na maneira como estes se relacionam com a natureza. O desenvolvimento de tecnologias voltadas para edificações, um dos principais responsáveis pelo afastamento gradativo do homem com o seu habitat, pode ser agora um dos principais veículos para esta reconexão. E os SARs, mediando informações ambientais e dos sistemas residenciais, provavelmente serão os maiores facilitadores deste movimento.

3. Uma avaliação sobre recursos

A humanidade tem passado a refletir sobre a sua forma de viver, motivada especialmente pelas recorrentes notícias sobre o aquecimento global e pelos primeiros sinais da natureza que os cientistas do mundo todo vêm atribuindo a esse fenômeno.

Porém muitos ainda se perguntam: “quais atos que concretamente podem ser feitos para que possam ajudar significativamente a melhorar esse quadro preocupante?”.

A questão de projeto com consciência de recursos é central para construção sustentável, a qual fundamentalmente objetiva minimizar o consumo de recursos naturais e o impacto resultante aos sistemas ecológicos (KILBERT, 2008, p. 6)¹.

¹ Do original “The issue of resource-conscious design is central to sustainable construction, which ultimately aims to minimize natural resource consumption and the resulting impact on ecological systems”.

3.1. Energia elétrica

A potência instalada no Brasil (referente à 31/12/2009) é essencialmente baseada em hidrelétricas (73,75%) e termoeletricas (23,79%) (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, 2010). Este total de 97,54% mostra o quanto o Brasil carece de fontes que causam menos impactos ambientais, tais como a eólica e solar.

Em fevereiro de 2010 o Brasil superou o recorde de consumo de energia elétrica instantâneo. Naquele momento, diversas termoeletricas, mais poluentes, tiveram que entrar em operação para atender a demanda (JORNAL O GLOBO, 2010). Assim observa-se que de acordo com o perfil de geração elétrica do Brasil, diminuir o consumo de energia elétrica no horário de pico, ou ainda, utilizar esta energia fora deste período, já é um hábito sustentável por si só, pois se adotado em grande escala, ajuda a diminuir a necessidade do uso de usinas termoeletricas.

De acordo com documento Balanço Energético Nacional de 2009 - BEN 2009, com dados referentes a 2008, a energia elétrica no Brasil consumida pelo setor residencial corresponde a 22,3%, o qual fica atrás somente do setor Industrial, que consome 46,1% (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME / EMPRESA DE PESQUISA DE ENERGIA - EPE, 2009). Além disso, o relatório destaca que se tratando de energia elétrica, “o setor residencial apresentou crescimento de 5,2%, devido principalmente ao aumento da renda e à ligação de domicílios que não eram atendidos por redes elétricas” (p. 15). Ainda segundo o mesmo relatório, com relação às demais fontes de energia usadas nas residências (total de 100%), o consumo de eletricidade vem substituindo outras fontes de energia continuamente desde 2002 a uma taxa média de 1% ao ano. Assim a energia elétrica representou em 2008 a parcela de 36,2%, ficando a frente do uso de lenha (33,9%) e de GLP (26,6%) (p. 73). O relatório também mostra que os setores Energético e Industrial possuem os mais altos índices de eficiência energética (considerando-se todas as fontes de energia): 75,2% e 72%, respectivamente. Já o segmento residencial apresenta a eficiência de apenas 47,4% (p. 183).

3.2. Água potável

A título de exemplificação sobre a importância do consumo residencial de água potável, de acordo dados apresentados pela SABESP (2007 apud GALVÃO, 2007), a distribuição da quantidade de ligações na Rede Metropolitana de São Paulo (RMSP) conforme o tipo de uso e quanto ao volume consumido (medido) se dá conforme apresentado na Figura 1:

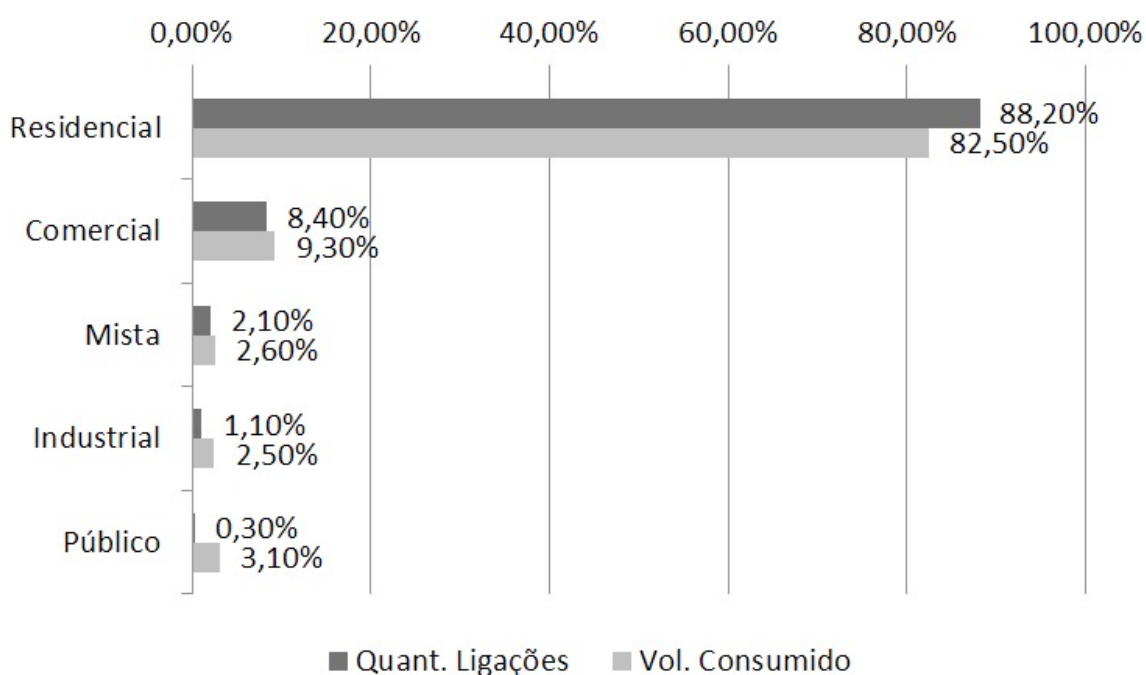


Figura 1 - Distribuição da quantidade de ligações na RMSP conforme o tipo de uso e quanto ao volume consumido (SABESP, 2007 apud GALVÃO, 2007)

3.3. Outros recursos

A partir das breves análises apresentadas anteriormente a respeito do uso residencial de energia elétrica e água potável, já é possível se obter uma ideia da necessidade de se conhecer detalhadamente as informações relacionadas a estes dois recursos importantes. Observa-se que os consumos podem variar especialmente de acordo com os seguintes aspectos:

1. Localidade onde se encontra a residência;
2. Quantidade e eficiência de cada dispositivo instalado;

3. Poder aquisitivo dos usuários;
4. Hábitos de consumo dos usuários.

Além da energia elétrica e água potável, há ainda outros recursos que podem ser utilizados em uma residência. Dentre eles podemos destacar:

1. GLP (gás de cozinha);
2. Alimentos;
3. Informação (telefonía, dados, rádio, TV aberta, TV por assinatura, etc.).

Um conhecimento aprofundado sobre os recursos é, portanto, de grande utilidade para que a Automação Residencial possa ser empregada adequadamente.

4. Potencialidades do uso de AR em HSADs

4.1. A importância do emprego de AR em uma HSAD

Diversos elementos e técnicas necessitam ser utilizados em conjunto para que uma residência tenha de fato as características desejáveis de uma HSAD. Dentre estes elementos, há necessidade de que alguns sejam capazes de atender aos seguintes requisitos:

1. Coletar informações;
2. Armazená-las, quando necessário/útil;
3. Processar (tomar uma decisão sobre) as informações obtidas;
4. Realizar as ações necessárias.

Estas atividades poderiam ser realizadas pelos próprios moradores, o que geralmente acontece nas residências, por exemplo, quando:

A) um usuário percebe que o vento na rua está agradável (1), decide abrir uma determinada janela (3) e desempenha a ação de abrir esta janela (4);

Ou ainda

B) um usuário observa o valor da conta de energia elétrica (1), memoriza/toma nota desse valor (2), compara com gastos anteriores / chega à conclusão de que

necessita economizar (3), toma ações no sentido de economizar energia, tais como diminuir o tempo de banho, apagar lâmpadas desnecessariamente acesas, etc.

Entretanto a execução de muitas destas ações necessitariam uma atenção especial do usuário, o qual cada vez mais precisa empregar seu tempo em outras prioridades ou possui seus interesses voltados a outras atividades. Além disso, muitas delas podem ter que ser executadas ao mesmo tempo, o que faz com que uma única pessoa seja insuficiente. Para qualquer um dos quatro macro requisitos apresentados, ainda pode ser necessária uma maior precisão (numérica, temporal, etc.) e uma maior segurança (contra falhas, contra faltas, etc.), para as quais a intervenção dos usuários pode não ser satisfatória.

Uma segunda alternativa trata-se da utilização de equipamentos dotados com capacidade computacional (SARs), devidamente adaptados às necessidades residenciais.

Verifica-se que uma HSAD está repleta de necessidades e oportunidades que são atendidas por um SAR. Entretanto o emprego de SARs vem se popularizando em residências convencionais (em termos construtivos) especialmente devido a melhorias em conforto que estes podem propiciar, como por exemplo, comandando dispositivos remotamente, aliado à capacidade de integrar diversos sistemas residenciais. Todavia estes mesmos SARs, quando apropriadamente especificados em termos de funcionalidades, dispositivos e técnicas de instalação (de forma que visem sustentabilidade e eficiência) podem ser capazes de atender aos seguintes requisitos específicos relacionados a uma HSAD:

1. Gerenciar os sistemas passivos (quando possível/necessário) e os sistemas ativos
 - a. Monitorar variáveis de interesse;
 - b. Processar as informações com uma estratégia adequada;
 - c. Comandar os atuadores autonomamente.
2. Gerenciar o consumo de recursos
 - a. Monitorar os pontos de interesse;
 - b. Armazenar as informações para análise;
 - c. Disponibilizar as informações de forma facilmente compreensível.
3. Educar o usuário
 - a. Mostrar ao usuário se suas ações estão de acordo com os princípios de eficiência e/ou sustentabilidade;

- b. Propor alternativas, caso necessário;
- c. Informar sobre variações no meio-ambiente.

Entretanto, o fato de um SAR cumprir com os requisitos específicos de uma HSAD não significa que ele deixa de atender aos requisitos ou propiciar os benefícios que são encontrados em residências convencionais dotadas de AR, tais como:

1. Proporcionar melhorias em termos de conforto, praticidade e segurança;
2. Permitir a integração entre os diversos dispositivos e sistemas presentes na residência.

Porém, a adição de um SAR, seja em uma residência convencional ou em uma HSAD pode trazer alguns inconvenientes se não for bem planejada:

Controles que ajustam a iluminação para compensar as quantidades variáveis de luz do dia e sensores de ocupação que ligam e desligam de acordo com a ocupação, adicionam complexidade e gastos adicionais (KILBERT, 2008, p. 12)².

4.2. Quais informações obter/utilizar e por quê?

Uma HSAD está repleta de informações. As que por ventura sejam consideradas inúteis para uma dada residência, podem ser cruciais para a obtenção da eficiência e da sustentabilidade em outra. Dentre os elementos presentes em uma residência, há sistemas e dispositivos mais significativos do que outros, pelo fato destes causarem maiores impactos negativos em termos de consumo de recursos e, geralmente, consequentemente financeiros. Dessa forma, um SAR concebido para o conhecimento de informações direcionadas, aliado ao correto gerenciamento e integração das diversas funcionalidades entre os sistemas, permite que resultados expressivos sejam obtidos com uma chance menor de que investimentos em tecnologia sejam mal empregados, seja em alvos inadequados/desnecessários, seja aquém ou além das necessidades.

Verifica-se que as principais fontes de informação de um SAR são:

² Do original "Controls that adjust lighting to compensate for varying amounts of available daylight, and occupancy sensors that turn on and off depending on occupancy, add additional expense and complexity".

1. Os **próprios usuários**, os quais podem transmitir informações ao SAR;
2. Aquelas obtidas automaticamente pelo próprio SAR, com o auxílio de **sensores**;
3. Aquelas recebidas automaticamente pelo SAR de **fontes externas**, graças ao uso de algum meio de comunicação.

A título de exemplificação, utilizar-se-á a questão do conhecimento preciso dos usos de água potável em uma residência. Para que essa medição seja feita, podem ser instalados sensores de vazão que estejam conectados ao SAR. Entretanto surgem algumas questões como:

1. Somente um sensor que meça o consumo total é suficiente? É útil?
2. Colocar sensores em todos os pontos de uso de água é viável? É necessário? É sustentável?

Desta forma, a determinação de quais informações devem ser obtidas necessita ser ponderada com uma análise que envolva critérios econômicos, de utilidade e de viabilidade, entre outros.

4.3. Exemplos de informações a serem monitoradas

Levando-se em consideração o caráter de integração entre sistemas que um SAR proporciona, dentre as diversas informações presentes em uma HSAD (cujo conhecimento por parte dos usuários e acesso pelo SAR possa ser de interesse) podem ser evidenciadas as relacionadas aos seguintes sistemas:

1. Sistema hidráulico
 - a. Temperatura da água
 - b. Vazão/consumo total de água
 - c. Vazões/consumos específicos de água
2. Sistema elétrico
 - a. Geração do sistema fotovoltaico
 - b. Balanço de energia com relação à rede de distribuição de energia elétrica
 - c. Consumo total

- d. Consumo de dispositivos específicos
- 3. Sistema de HVAC (condicionamento ambiental)
 - a. Temperatura do ar
 - b. Umidade do ar
 - c. Qualidade do ar (CO₂, gases voláteis, poluentes, etc.)
 - d. Velocidade e direção do vento
 - e. Intensidade da radiação solar
 - f. Estado das aberturas (portas, janelas, etc.)
 - g. Detecção de presença de pessoas no ambiente
- 4. Sistema de iluminação e sombreamento
 - a. Intensidade da radiação solar
 - b. Nível de iluminação interna
 - c. Detecção de presença de pessoas no ambiente
- 5. Sistema fotovoltaico
 - a. Radiação solar
 - b. Velocidade do vento
 - c. Geração do sistema fotovoltaico
- 6. Sistema de segurança (pessoal e patrimonial)
 - a. Detecção de pessoas no ambiente
 - b. Estado das aberturas

De acordo com o exemplificado, percebe-se que certas informações podem ser úteis para vários sistemas. Nota-se também que algumas possuem uma maior correlação com eficiência e sustentabilidade do que outras, fato que deve ser considerado para a decisão sobre quais informações obter.

4.4. Outras vantagens e desdobramentos positivos oriundos do conhecimento de informações

O conhecimento das informações apropriadas em uma residência e o seu tratamento adequado pode contribuir enormemente para uma série de outros propósitos igualmente interessantes. Por exemplo, a detecção de falhas/funcionamento anormal em determinados dispositivos. Considere-se que, por exemplo, o consumo de energia elétrica de uma geladeira esteja sendo monitorado ao

longo do tempo. Com uma quantidade suficiente de dados, será possível obter o comportamento padrão (normal) de consumo deste eletrodoméstico. Se em um dado momento o consumo se elevar, por exemplo, acima de um simples limiar, o usuário poderá ser notificado para que sejam tomadas providências (que pode ser a simples necessidade de troca da vedação da porta). Porém pode ser realizada a objeção de que se o clima estiver mais quente, espera-se naturalmente que a geladeira tenha um consumo maior. Nesta circunstância fica evidenciada a necessidade de ser utilizada a correlação dos dados e o sistema começa a ganhar complexidade, no sentido mais fiel ao que muitos chamam popularmente de “casa inteligente”. Neste caso específico, poderiam ser utilizadas informações de temperatura/umidade da cozinha; do tempo de abertura da porta da geladeira (que poderia ser obtido com um simples sensor magnético); da quantidade de alimento no interior da geladeira (que aparentemente será viabilizada em breve graças à substituição de códigos de barra dos alimentos por etiquetas RFID), etc.

Sendo assim, o presente trabalho permite que o campo esteja preparado para que um maior aproveitamento seja obtido dos SARs, os quais são atualmente subutilizados.

5. A automação residencial do projeto “Casa Solar Flex”



Figura 1: Dispositivos de automação da Casa Solar Flex

Como diretrizes gerais, a AR da CSF visa favorecer o funcionamento de uma HSAD ao mesmo tempo em que mantém as características vantajosas comumente proporcionadas pelos SARs. Em outras palavras, procura viabilizar um funcionamento eficiente e sustentável da residência sem que conforto, segurança e integração dos sistemas sejam deixados à parte.

Os sistemas da CSF que possuem maior relação com o SAR podem ser relacionados da seguinte maneira:

1. Sistema de telecomunicações (cabearamento estruturado / rede)
2. Sistema fotovoltaico
3. Sistema elétrico
4. Sistema de iluminação e sombreamento

5. Sistema de HVAC
6. Sistema hidráulico
7. Sistemas específicos
 - a. Sistema de movimentação dos painéis fotovoltaicos da fachada

Em maior ou menor grau, o SAR da CSF está associado a cada um deles de forma que possa atender as diretrizes gerais, permitindo assim que a HSAD opere de forma integrada. Dessa maneira, funcionalidades que utilizam diversos sistemas e/ou seus dispositivos ao mesmo tempo podem ser executadas simultaneamente, sempre gerenciadas pelo SAR. Além disso, em virtude dessa integração, diversos dispositivos passam a desempenhar mais do que uma funcionalidade, adicionais às originais. O sistema de condicionamento ambiental (HVAC), o qual é o principal item consumidor de energia elétrica nos extremos norte e sul do Brasil (ELETROBRAS e PROCEL, 2007), é um exemplo bastante elucidativo do que a CSF é capaz de propiciar.

O Sistema de HVAC da CSF é composto por subsistemas de aquecimento e refrigeração, um umidificador e um trocador de ar (entre o ambiente interno e externo, o qual é dotado de um recuperador de calor). Dados sobre horário, temperatura, umidade, qualidade do ar (internos e externos), presença de pessoas no ambiente e estado das aberturas são providos pelo sistema de HVAC e pelo próprio SAR. Informações sobre radiação solar e intensidade do vento são fornecidas pelo sistema fotovoltaico e previsões sobre o clima podem ser obtidas de fontes externas. Entre outras, essas informações são levadas em consideração na lógica de condicionamento ambiental, de forma que bons níveis de conforto sejam obtidos com um uso racional de recursos. Por exemplo: no caso de abertura de uma janela enquanto o ambiente estiver sendo mantido climatizado, uma notificação pode ser dada (por exemplo, em um *display touchscreen* do SAR) aos moradores para que estes realizem a ação de fechar a janela. Caso isso não ocorra dentro de certo intervalo de tempo, o SAR irá automaticamente interromper o condicionamento ambiental no sentido de evitar desperdícios. Outros exemplos são a desativação do condicionamento ambiental se não for detectada a presença de pessoas durante um intervalo de tempo em uma dada zona climatizada e a antecipação/adiamento de ações baseadas em previsões climáticas.

Além do comando dos próprios dispositivos do sistema de HVAC, o sistema de iluminação e sombreamento e o sistema de movimentação dos painéis

fotovoltaicos da fachada podem ser acionados em caso de necessidade de redução ou aumento da incidência da radiação solar interna, entre outras possibilidades de integração.

6. Conclusões

A humanidade encontra-se em um momento em que dispõe de tecnologia e conhecimentos capazes de propiciar uma grande evolução na forma em que as residências são projetadas, construídas e utilizadas.

[...] À medida que nós nos tornamos mais conscientes destes desafios, nós estamos aos poucos construindo uma inércia coletiva, não apenas na direção de resolver esses problemas, mas na direção de reconhecer as oportunidades que eles nos oferecem. Estas oportunidades podem nos levar a uma nova geração de construções e comunidades que são saudáveis, produtivas e aumentar nossa qualidade de vida (MENDLER et al., 2006, p. 1)³.

Percebe-se que eficiência (predominantemente energética) e sustentabilidade são duas das principais diretrizes que estão norteando a concepção deste novo conceito de habitação.

De acordo com o exposto neste trabalho, conclui-se que um dos elementos-chave para a obtenção da sustentabilidade residencial consiste em utilizar adequadamente os recursos necessários, não só no processo construtivo, mas principalmente durante a vida útil desta.

A sustentabilidade nas residências é, portanto, uma das grandes tendências e necessidades pelas quais a humanidade terá de resolver satisfatoriamente e a AR pode contribuir significativamente nesse sentido, pois se mostra como um dos elementos capazes de propiciar o cumprimento de uma série de requisitos específicos e a obtenção de diversas vantagens HSADs, ao mesmo tempo em que auxilia no atendimento de um conjunto de demandas da sociedade atual.

³ Do original “[...] As we move toward greater awareness of these challenges, we are slowly building a collective momentum, not only toward solving these problems, but toward recognizing the opportunities they offer us. These opportunities can lead us to new generation of buildings and communities that are healthy, productive and enhance our quality of life”.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. 2010. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/Evolucao.pdf> > Acesso em: 27/09/2010.

ELETOBRAS/PROCEL. Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo 2007. Disponível em: < <http://www.elektrobras.com/pci/main.asp> > Acesso em: 27/09/2010.

GALVÃO, J. R. B. **Avaliação da relação pressão x consumo, em áreas controladas por válvulas redutoras de pressão (VRPs). Estudo de caso: Rede de distribuição de água da região metropolitana de São Paulo**. 2007. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

JORNAL O GLOBO. 2010. Disponível em: < <http://oglobo.globo.com/economia/mat/2010/02/02/consumo-de-energia-eletrica-no-pais-bate-recorde-historico-915769583.asp> > Acesso em: 14/10/2010.

KILBERT, C. J. **Sustainable Construction – Green Building Design and Delivery**. 2nd Ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc, 2008.

MENDLER, S.; ODELL, W.; LAZARUS, M. A. **The HOK guidebook to sustainable design**. 2nd ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc, 2006.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME / EMPRESA DE PESQUISA DE ENERGIA - EPE. Balanço Energético Nacional 2009: Ano Base 2008. Rio de Janeiro 2009. Disponível em: < http://www.mme.gov.br/mme/arquivos/balanco_energetico_nacional/2_-_BEN_2009_Ano_Base_2008/BEN_2008_Completo_Portugues.html > Acesso em: 28/09/2010.

MOSTAFAVI, M. **“Why ecological urbanism? Why now?”** in Ecological Urbanism. Mohsen Mostafavi (ed.). Baden: Lars Müller Publisher. Pg. 12-53. 2010.