



Automação: uma ferramenta auxiliar na busca da sustentabilidade na construção civil

Mariana Loureiro Deboni (1), Cristina Engel de Alvarez (2) e Márcia Bissoli (3)

(1) Laboratório de Planejamento e Projetos, UFES, Brasil. E-mail: mari.ld@gmail.com

(2) Laboratório de Planejamento e Projetos, UFES, Brasil. E-mail: cristinaengel@pq.cnpq.br

(3) Universidad del Bio Bio, Chile/ Laboratório de Planejamento e Projetos, UFES, Brasil.
E-mail: marciabissoli@gmail.com

Resumo: O avanço incontestável da automação ocorrida no setor da construção civil nos últimos anos surgiu como resposta à busca pela eficiência nos sistemas, decorrentes da expectativa de obtenção de maior conforto e segurança aos usuários. No entanto, muitos dos aspectos abrangidos pela automação são, também, aplicáveis nas técnicas relacionadas ao conceito de sustentabilidade na construção civil, tais como os sensores de presença para sistemas de iluminação e condicionamento de ar; controle automático de brises; sistemas de gerenciamento de energia; entre outros. A automação propõe, ainda, a otimização de investimentos e redução no dispêndio de recursos, podendo assim ser considerada uma grande aliada à sustentabilidade dos empreendimentos. Observa-se que o controle do empreendimento poupa tempo com tarefas repetitiva; economiza bens naturais – como energia e água –, e aumenta o conforto, o que justifica uma melhoria na qualidade de vida do usuário e uma edificação mais sustentável em sua fase de operação. Partindo-se da hipótese de que a automação pode colaborar com a sustentabilidade das edificações, configura-se como **objetivo** desta pesquisa demonstrar as vantagens da automação, através da adoção de tecnologias e equipamentos que contribuem tanto para suas finalidades específicas como no auxílio à sustentabilidade na etapa de operação do empreendimento. Para o alcance dos objetivos, o **método** adotado foi desenvolvido a partir de um ensaio projetual de uma residência unifamiliar, cuja aplicação dos conceitos e tecnologias investigadas na etapa de projeto visa a identificação de problemas e potencialidades dos sistemas de automação disponíveis no mercado. O **resultado** obtido com esta pesquisa foi a identificação dos problemas e potencialidades no uso da automação, sendo perceptível a necessidade de adequação dos espaços arquitetônicos tradicionais para a inserção dessas tecnologias bem como a provável redução no consumo energético passível de ser obtido com a implementação de sistemas simplificados de controle. A principal **contribuição** proposta por esse trabalho é incentivar e orientar o uso da automação, não somente pelos benefícios inerentes ao conceito, mas, também, como ferramenta auxiliar para a sustentabilidade no âmbito da construção civil.

Palavras-chave: Automação; Arquitetura; Eficiência; Sustentabilidade.

Abstract: The advance of automation undisputed that occurred in the construction industry in recent years emerged as a response to the quest for efficiency in systems, arising from the expectation of achieving greater comfort and safety for users. However, many of the aspects covered by automation are also applicable in techniques related to the concept of sustainability in construction, such as occupancy sensors for lighting and air conditioning, automatic control louvers, power management systems among others. Automation also proposes the optimization of investments and reduction in expenditure of resources, and may be considered a great ally to the sustainability of projects. It is observed that the control of the enterprise saves time on repetitive tasks, saving natural resources - such as energy and water - and increases comfort, hence a better quality of life of the user and building a more sustainable in its operation phase. Based on the hypothesis that automation can contribute to the sustainability of buildings, set itself the aim of this study demonstrate the advantages of automation, through the adoption of technologies and equipment that contribute so much to their specific purposes and in assisting in the sustainability stage of operation of the enterprise. To achieve its objectives, the method used was developed from an essay projectual a single-family residence, the application of the concepts and technologies investigated in the design phase aims at identifying the problems and potential of automation systems available. The result of this research was to identify the problems and potentialities in the use of automation, the need was felt to the adequacy of traditional architectural spaces for the insertion of these technologies and the likely reduction in energy consumption that can be achieved with the implementation of systems simplified control. The main contribution proposed by this work is to encourage and guide the use of automation, not only for the benefits inherent in the concept, but also as an auxiliary tool for sustainability within the construction industry.

Key-words: Automation; Architecture; Efficiency; Sustainability.



VITÓRIA 2011

1. INTRODUÇÃO

A sociedade atual vem sendo modificada e, dentre vários motivos, nesta pesquisa interessam aqueles produzidos ou advindos das diversas formas de tecnologia de informação e comunicação (TIC), transformando seus modos de vida, suas relações sociais e de trabalho. Um primeiro questionamento refere-se ao porque do avanço incontestável ocorrida no setor nos últimos anos, obtendo-se como provável resposta, a busca pela eficiência, seja no tempo demandado para execução de tarefas, seja na expectativa dos resultados obtidos. Nesse sentido, as consequências desse avanço ficam cada vez mais visíveis na arquitetura e no urbanismo, à medida que são criadas novas demandas. De acordo Freitas (2007), a casa é a representação arquitetônica mais elementar e mais próxima ao ser humano, permitindo o maior usufruto, assim, adota-se o espaço doméstico como objeto de pesquisa, aliando o uso aos efeitos da inserção das novas tecnologias na arquitetura e no conceito de sustentabilidade. Observa-se, ainda, que as modificações no cotidiano das pessoas – seja pelo uso de tecnologias, seja pela implementação da cultura da sustentabilidade – pressupõem o surgimento de novas necessidades, sendo necessário, também, que o arquiteto aprimore o método de concepção desses espaços de forma a atender às demandas desse novo usuário.

A busca pela sustentabilidade na construção civil relaciona-se às várias etapas da edificação – planejamento/ projeto, construção, uso/manutenção, desmonte ou reciclagem – sendo o período de uso o mais afetado quando os sistemas mostram-se ineficientes. Nesse aspecto, a automação pode contribuir auxiliando os sistemas tradicionalmente operados pelo usuário, em mecanismos programados para serem eficientes, sejam eles voltados para a racionalização energética – como os sistemas de iluminação e de condicionamento do ar com controle de presença – seja naqueles em que está envolvido o consumo de bens da natureza – como as torneiras com controle de vazão e os sistemas de reuso de água.

A automação residencial se configura como a utilização de dispositivos para automatizar as rotinas e tarefas de uma residência. O projeto pode prever o controle de temperatura ambiente, de iluminação, de som, entre outros. Diferencia-se dos controles tradicionais por ter uma central que comanda todo o processo. Os dispositivos estão acoplados a um computador e todo esse sistema permite auxiliar na sustentabilidade, no sentido de contribuir, como nos exemplos citados, na economia de energia, água, etc. Atualmente, pode-se controlar toda uma residência por meio digital, independente da distância geográfica entre a edificação e o usuário, podendo estar, por exemplo, em países ou até mesmo, em continentes diferentes. Através da *internet* o usuário acessa os sistemas de automação integrados – como câmera, iluminação e alarme – e monitora o que está acontecendo na sua ausência, além de ser avisado em caso de invasão (AURESIDE, 2007).

É importante estudar as transformações arquitetônicas, tecnológicas e sociais advindas do incremento da automação para entender as novas funções que as residências estão abrigoando. De acordo com essas novas condições, os arquitetos necessitam incorporar à sua metodologia projetual o paradigma informacional, fazendo surgir o questionamento sobre os princípios espaciais da arquitetura, considerando as novas possibilidades demandadas pela sociedade atual. É necessário, ainda, que os profissionais absorvam estas mudanças com o objetivo de projetar em sintonia com os novos indivíduos, além de dar continuidade ao diálogo entre arquitetura e sociedade (FREITAS, 2007). Observa-se que, de acordo com Reis Filho (2006), a evolução da moradia pode ter tido influências advindas tanto das inovações tecnológicas quanto dos novos modelos de organização familiar surgidos a partir do século XVIII. Assim, os novos comportamentos e as tecnologias trouxeram mudanças que refletiram na arquitetura e na relação com o meio ambiente.

Na antiguidade clássica a arquitetura era entendida por Vitruvius como um espaço onde se equilibravam os aspectos estruturais, funcionais e formais, e atualmente, a arquitetura também é um elemento que precisa ter eficiência energética (LAMBERTS, 1997). A eficiência energética não será atingida somente com sistemas de automação, sendo essencial que o projeto da edificação ou residência sempre seja pensada de acordo com estudos referentes à incidência solar, direção do vento, materiais adequados, entre outras medidas (MATTAR, 2007).

Na relação custo x benefício da automação em residências, Alves e Mota (2003) afirmam que o investimento implica no usufruto imediato dos benefícios das diversas funcionalidades instaladas e, posteriormente, auxilia na capitalização da valorização do investimento em contraponto com a possível desvalorização inerente a um edifício desatualizado, sem condições de adaptar-se às necessidades tecnológicas de cada momento. Assim, além dos aspectos relacionados à sustentabilidade, também podem ser exploradas as melhorias no conforto. Exemplos desse investimentos em automação podem ser vistos nos sistemas informatizados que auxiliam nos cuidados com o jardim e a piscina; sistemas de controle da temperatura ambiente e da segurança da edificação; equipamento de comunicação remota instantânea com eletrodomésticos; câmeras ou sensores de presença que identificam a localização exata do indivíduo dentro da casa; portas de garagem que só abrem quando reconhece o dono; elevadores que prestigiam o transportado com sua música predileta; entre outros. Graças à evolução do mercado de automação residencial, essas facilidades podem fazer parte da vida prática de moradores que optam por integrar

tecnologias dentro de suas residências (CASTIGLIONI *et al.*; 2004).

A automação permite que a obra se relacione com o meio ao qual ela está inserida. É possível verificar, por exemplo, se está chovendo e qual a direção e intensidade dos ventos, controlando, a partir da análise dessas informações, o posicionamento de toldos ou de outros elementos que podem fazer parte da concepção funcional e formal da edificação. É possível também controlar *brises* e venezianas a partir do conhecimento da posição do sol, que é obtido através das cartas solares (HABITAT..., 2007), sendo essa uma estratégia absolutamente desejável quando se almeja uma edificação alicerçada nos princípios da sustentabilidade, localizado num país tropical.

Considerando a disponibilidade de equipamentos no mercado nacional, o Quadro 1 apresenta uma síntese das potenciais aplicações da automação de acordo com o aspecto considerado.

ASPECTO	POTENCIAIS APLICAÇÕES
Segurança	Biometria para controle de acesso; fechaduras eletrônicas; monitoramento digital através de imagens; alarmes; prevenção de acidentes com sensores de gás, fumaça e inundação; simulação de presença; etc.
Conforto	Cortinas automáticas; aspiração central; cenários de iluminação; limpeza automática de piscina; porta e portões automáticos; botão de saída rápida que desliga todos os dispositivos; climatização; irrigação inteligente; transferência da campainha da porta para o telefone; etc.
Entretenimento	<i>Home-theater</i> ; jogos eletrônicos; som ambiente; centrais multimídias; etc.
Sofisticação	Comando por voz; organizadores portáteis de dados; telefonia celular convergente; controle remoto total; iluminação por fibra óptica; etc.
Economia	Protetores de surto; tarifador de energia; controle de iluminação; etc.
Conveniência	Menu de opções por ambiente; <i>Internet</i> ; cabeamento estruturado; central de automação, <i>No break</i> e proteção elétrica.
Status	A automação residencial é um atrativo para o usuário adquirir o imóvel.
Sustentabilidade	Sistema de controle no consumo de água; sistema automatizado de aproveitamento de água de chuva e reuso de águas cinzas ou negras; sensores de presença para sistemas de iluminação e condicionamento de ar; <i>software</i> auxiliar para o controle de manutenções; automatização de <i>brises</i> móveis; gerenciamento de sistemas híbridos de obtenção energética.

QUADRO 1 – Potenciais aplicações da automação. Fontes: Alves e Mota (2003); Aureside (2007); Bolzani (2004); Castiglioni *et al.* (2004); Mattar e Novaes (2006); e 1º Workshop de automação residencial e sustentabilidade em dezembro de 2007 – Rio de Janeiro – Aureside.

2. OBJETIVO

Partindo-se da hipótese de que a automação pode auxiliar na eficiência dos sistemas de uma residência, tanto nos aspectos inerentes ao conceito de sustentabilidade como nos relacionados ao conforto e segurança dos usuários, esta pesquisa teve por objetivo geral compreender e analisar as vantagens de uma casa automatizada que utiliza tecnologia e equipamentos visando a melhoria da qualidade de vida dos usuários e uma melhor relação da edificação com os aspectos ambientais da sustentabilidade. Considerando a metodologia adotada, o trabalho também objetivou o desenvolvimento de um ensaio projetual de uma residência unifamiliar embasada nos conceitos de automação e sustentabilidade, aliada a eficiência de todos os sistemas integrados.

3. MÉTODO EMPREGADO

Anterior ao desenvolvimento da metodologia, o recorte do objeto passou pelo questionamento de qual, efetivamente, poderia ser a contribuição da automação nos aspectos relacionados à busca da sustentabilidade na construção civil. Nesse processo, adotou-se como recorte inicial o viés ambiental da questão, visto os demais – tais como o econômico e social – serem de difícil teste e mensuração no prazo previsto para a conclusão das atividades (um ano). Assim, considerando que a ineficiência de alguns sistemas está profundamente associada aos problemas ambientais – desperdício de água e energia, por exemplo – a hipótese de trabalho foi que a inserção da automação em uma edificação – nesse caso, com uso residencial – pode trazer benefícios não só nos aspectos inerentes ao conceito de sustentabilidade, mas também, no conforto final alcançado.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa bibliográfica em *sites*, catálogos de fabricantes, legislação pertinente, livros, trabalhos de graduação e pós-graduação, revistas e jornais, sendo tal etapa fundamental para conhecer os sistemas e suas complexidades de integração, bem como para realizar a sistematização das informações. Em paralelo à consulta bibliográfica e documental, foram feitas visitas para definir



o local de implantação para o ensaio projetual, entrevistas com profissionais da área de automação, identificação do perfil dos usuários e definição das diretrizes projetuais. A partir do estabelecimento dos parâmetros conceituais e técnicos do projeto, foram desenvolvidos os ensaios cuja constante avaliação permearam a necessária retroalimentação dos procedimentos. Após a escolha do ensaio com melhores resultados no processo de avaliação, o projeto foi desenvolvido e, finalmente, analisado os resultados em relação aos objetivos inicialmente previstos. O ensaio projetual e parte das análises elaboradas foram apresentados em Deboni (2008).

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Ensaio Projetual

A escolha do terreno para o desenvolvimento do ensaio foi feita a partir de critérios previamente estabelecidos, tais como: acessibilidade, atratividade, atendimento ao programa e pré-dimensionamento, dimensões, infra-estrutura, insolação, movimentação da rua, paisagem, poluição, proximidade com o mar, ruído, segurança, situação legal, topografia e ventilação. O terreno escolhido possui 650m² e encontra-se localizado em uma ilha – conectada ao continente – em Vitória (ES), caracterizado por se um local de alto padrão residencial.

O terreno definido está voltado para uma rua de pouco movimento, tendo por limites físicos laterais outras duas residências e defrontando também diretamente com o mar (Oceano Atlântico), conforme Figura 1. De acordo com Zoneamento Urbanístico do PDU (Plano Diretor Urbano) de Vitória (VITÓRIA, 2001), trata-se de uma ZOR/05 (Zona de Ocupação Restrita), cujo coeficiente de aproveitamento máximo é de 1,2; a taxa de ocupação máxima é de 60%, a taxa de permeabilidade mínima é de 10%, o gabarito máximo de 2 pavimentos e a altura máxima da edificação é de 7,5 metros. O terreno apresenta uma topografia pouco acidentada, iniciando na cota 15 e descendo até a cota 12 acima do nível do mar.



FIGURA 1 – Planta de Situação com destaque, em vermelho, para o terreno escolhido.

A residência possui uma área social distribuída pelos ambientes: garagem, salas de estar, jantar, almoço e piano, *home-office*, cozinha, área de serviço, quarto de empregada e central de automação. A área de lazer é composta por: piscina, churrasqueira, ducha, lavabo, sauna, salão de jogos e academia de ginástica. No setor íntimo, estão distribuídos três quartos com suítes, *closets* e varandas, além de uma suíte de hóspedes, sala íntima, estúdio de música, uma passarela ligando ao *home-theater* e sua varanda. O programa foi elaborado a partir da definição do perfil dos usuários.

As diretrizes propostas para a casa foram influenciadas pelas necessidades da residência que conjuga automação e sustentabilidade. É necessário constar em uma residência deste porte um ambiente destinado para o controlador lógico programável (CLP), onde estão situados os equipamentos de interface para iluminação; controle de áudio e vídeo; acionamentos elétricos (persianas, portas, janelas); comunicação em rede, *internet* via celular ou *wireless*; circuito interno de televisão; e elementos do cabeamento estruturado. Este espaço é conhecido como “central de automação” e, normalmente, ocupa a área central da residência, o que gera economia de fios e cabos, bem como a facilidade em interligar os dispositivos (AURESIDE, 2007).

Existem diversos equipamentos que demandam espaço dentro da casa digital, como por exemplo, o boiler para armazenamento da água quente proveniente das placas solares. Equipamentos como a unidade externa do ar



condicionado e o motor da aspiração central também necessitam de atenção para não danificarem o conceito da residência, ficando expostos em ambientes como área de serviço ou garagem, gerando ruído para o ambiente e descaracterizando o local. Por isso é importante um planejamento prévio feito pelo arquiteto a fim de projetar uma casa digital com tecnologias que valorizam sua estética, além de melhorar a qualidade de vida dos seus usuários e promover a sustentabilidade.

No ramo da automação residencial, um projeto pode ser composto por vários itens, como as entradas de sinais ou acionadores e controladores, que são os interruptores, *timers*, câmeras de vigilância, sensores de presença, termostatos, reconhecimento de voz, controles remotos e CLP. Apresenta-se também com os receptores ou atuadores (saídas), os quais se enquadram as luzes, monitores, caixas acústicas, equipamento de *home theater*, sirenes e alarmes, cortinas automatizadas, aparelhos de ar condicionado, aquecedores, e irrigadores. No quesito infra-estrutura física, estão os quadros de distribuição, cabeamento estruturado, *wireless*, equipamentos para as centrais de automação; e na infra-estrutura lógica, os *softwares*, protocolos e programação do CLP.

Por se tratar de uma casa digital, buscou-se trabalhar com uma tipologia arquitetônica mais arrojada, utilizando materiais modernos, objetivando criar uma diferenciação por meio da arquitetura. Explorou-se uma fachada dinâmica com emprego do vidro dando transparência à obra, e *brises* automatizados, que servem para proteger do excesso de luz e calor, visto que a fachada frontal receberá sol da tarde. O projeto busca definir um novo conceito de casa unifamiliar, utilizando a tecnologia para configurar este espaço.

De acordo com esta concepção, explora-se a criação de uma casa que também proporcione economia de tempo através da automação de dispositivos que passam a ser controlados por uma central de automação, ativada tanto por controle remoto, quanto pela *Internet* ou telefone celular. O projeto deve ser coerente ao atender todas as funções de estar, serviço e íntimo, sempre gerando conforto, entretenimento, segurança, sofisticação, economia, além do valor estético que deve se destacar em relação ao entorno, visto que se trata de uma proposta nova, cujo objetivo é demonstrar como serão as residências em um futuro próximo. A proposta foi desenvolver um projeto condizente com as inovações tecnológicas, lançadas no mercado atual, utilizando a sustentabilidade como condição de projeto, portanto, procurou-se criar uma arquitetura que utilizasse a automação sustentável e seus conceitos como premissa projetual.

O projeto de automação visa criar um sistema de integração para a casa digital. Esta automação deve gerar segurança não somente para os usuários como, também, para os equipamentos eletrônicos localizados no interior da residência. Deve ainda controlar os gastos excessivos com energia elétrica acarretados, por exemplo, pelo mau uso da iluminação e condicionadores de ar, provendo também soluções personalizadas para o controle de acesso ao local. Como resultado preliminar inicial observa-se que o projeto arquitetônico deve ser pensado juntamente ao projeto de automação, no intuito de integrar também a arquitetura ao sistema, criando um diferencial ao complexo.

A fachada frontal no projeto proposto (Figura 2) é atingida pelo sol da tarde e, para minimizar os impactos causados pela insolação, foram criadas varandas, para proteger a casa da incidência direta dos raios solares. Outro artifício utilizado, este com o auxílio da automação residencial, foi a utilização de *brises* móveis, que além de apresentar um dinamismo à fachada, impedem que o sol aqueça em excesso a moradia. Estes elementos automatizados são dotados de uma programação que, ao constatarem a alteração do clima, podem tomar decisões de abrir ou fechar, permitindo a ventilação e luminosidade, ou funcionando como barreira para as intempéries.



FIGURA 2 – Visuais externas da casa digital, com ênfase para os *brises* móveis.

Nas Figuras 3 e 4 apresentam-se as plantas baixas da residência.



FIGURA 3 – Planta baixa e implantação do primeiro pavimento.



FIGURA 4 – Planta baixa do segundo pavimento.

Entre outros detalhes do sistema proposto, observa-se que o portão da garagem é programado para liberar a passagem somente com o comando enviado pelos proprietários, seja a partir do celular ou por controle remoto. A luz da garagem também está integrada ao sistema e automaticamente se acende em situações as quais o índice lumínico não seja suficiente. Já em relação à porta principal, o usuário terá a sua passagem liberada por meio da biometria digital, a qual enviará os dados para o *software* de controle de acesso que buscará, no banco de dados do sistema, a quem pertence aquela digital e gerar um relatório dos horários de acesso a residência. Este relatório permite que se tenha controle sobre a moradia, inclusive relacionado à pontualidade dos funcionários e monitoramento da segurança dos filhos. Estão dispostos pela residência vários tipos de sensores: de presença, de luminosidade, de abertura e fechamento de janelas e de fumaça; além de pulsadores, os quais permitem acionar as lâmpadas dos ambientes que, por sua vez, estarão interligados nos módulos de entradas digitais do CLP. Este, localizado na central de automação, estará conectado com o sistema de condicionamento de ar, ao sistema de controle de acesso – biometria digital -, e ao sistema de supervisão da automação, que se trata da interface entre o computador e o usuário.

Faz parte da casa digital um complexo sistema de segurança, composto pela leitura biométrica, pelo monitoramento digital com câmeras e alarmes instalados, sensores para a prevenção de acidentes e a simulação de presença. A

biometria digital permite criar cenas diferentes para cada morador, portanto, é programada para atender individualmente os usuários, podendo ser reprogramada ou acrescida de outros cenários. É importante também destinar uma digital para o “botão do pânico”, caso o morador seja rendido na porta da residência. Esta permite abrir a moradia e automaticamente envia uma mensagem para a central de alarme avisando que precisa de ajuda. Para a prevenção de acidentes foi utilizado sensores de gás, fumaça e inundação.

Observa-se que com relação à simulação de presença, em caso de viagens ou ausência dos usuários, o sistema simula a rotina dos moradores previamente gravada, ressaltando-se que será utilizada a potência mínima das lâmpadas acesas para simular a presença quando os moradores estiverem ausentes. Durante todo o tempo em que houver moradores ou não na residência, o sensor de fumaça verificará a segurança do ambiente com relação a incêndio. Se em um dado instante verificar a existência de fumaça no ambiente, o mesmo mudará seu estado, avisando ao CLP, que por sua vez acionará uma sirene de alarme, e avisará ao *software* de supervisão que desligará os condicionadores de ar e demais equipamentos.

As salas de estar e jantar são contempladas com uma tela retrátil, permitindo que se projete imagem dos dois lados do telão, destacando-se que os projetores estarão embutidos no gesso. Ainda neste contexto apresenta-se um painel *touch screen* o qual permite maior conforto aos usuários e maior praticidade no momento de enviar os comandos, bastando pressionar na tela o recurso desejado. Ao obter acesso através da biometria digital, o sistema integrado pode personalizar a entrada de cada morador, de acordo com as configurações já programadas no CLP. Por exemplo, por meio de sua digital, o equipamento de biometria irá comunicar ao *software* de supervisão que houve acesso do proprietário, permitindo então que se ligue o ar condicionado, faça a verificação do nível de luminosidade e da temperatura ambiente do escritório, a fim de preparar o ambiente para o usuário. Caso seja detectado, através dos sensores que monitoram este sistema, que alguma janela ou porta foi aberta, será compreendido pelo supervisor que a temperatura ambiente está agradável, visto que resolveram abrir a janela, portanto, o comando enviado ao condicionador de ar é que ele deve iniciar o seu desligamento, economizando assim gastos abusivos de energia. No entanto, um sistema inteligente deve considerar, ainda, opções não previstas na rotina, permitindo que o usuário defina condições especiais que podem, inclusive, envolver o uso de ar condicionado e janelas abertas.

Outro meio de economia gerado pelo sistema é através dos sensores de presença e luminosidade. Dessa forma, o usuário utilizará pulsadores para ligar as lâmpadas existentes na casa, uma vez que a luminosidade esteja abaixo da estabelecida pelo estudo luminotécnico previamente definido. A referência de luminosidade é ajustada diretamente pelo sensor, instalado em cômodos como banheiro. Constata-se que neste ambiente as pessoas costumam acender a lâmpada, independente se já está claro o suficiente. Neste mesmo exemplo, serão instalados ainda sensores de presença. Ainda objetivando economia, a bomba da piscina está programada para fazer a limpeza da água em horários os quais o valor pago pela energia é menor, normalmente de madrugada. Foi previsto também lâmpadas dimerizadas, uma vez que não estando em sua potência máxima, permitem uma redução dos gastos.

A casa digital conta com um elevador que atende até 4 pavimentos e não necessita de poço e casa de máquinas, tem seu funcionamento auto-portante, é transparente e permite uma visão panorâmica. É um elemento destinado a pessoas com dificuldade de locomoção e também apresenta um baixo consumo de energia (ELEVAC, 2008). Ainda no primeiro pavimento, entre a sala de música e a área de jogos, foi proposta a utilização de portas automatizadas, na qual apresentam-se os comandos de pivotar no eixo, o que permite o direcionamento dos ventos. Além disto, as mesmas podem ser recolhidas na lateral, criando uma maior permeabilidade entre o espaço interno da residência e a área destinada aos jogos e lazer, conforme demonstrado na Figuras 5.



FIGURA 5 – Visual da área de jogos com as portas automatizadas promovendo o direcionamento dos ventos e a permeabilidade.

Todo o conjunto arquitetônico conta com aspiração central, que além de facilitar a limpeza da casa contribui para a redução da quantidade de poeira dos ambientes. Este sistema está locado junto à caixa d’água e o boiler. Outro elemento presente na residência, as cortinas automatizadas, funcionam por meio de um motor que é acionado para abrir ou fechar, de acordo com a ordem enviada pelo usuário ao CLP. Este equipamento gera conforto ao morador, uma vez que ao acionar um botão a cortina se abre e a luminosidade entra, sem que para isso tenha que levantar da

cama e se direcionar até a mesma. Pode ainda programar o sistema para a cortina abrir no horário em que o despertador tocar. Integrado ao conjunto, a climatização é gerenciada por um sistema inteligente, no qual fecha cortinas e *brises* para que o gasto com os condicionadores de ar seja reduzido.

Na área externa a irrigação só é acionada no momento em que o sensor de umidade detectar tal necessidade, observando-se que o sistema possui um detector de presença para não aspergir água nos usuários. Ainda na área externa, a churrasqueira possui um sistema de iluminação integrado com o som ambiente que permite variações de cores das luzes, criando vários contextos para o ambiente, de acordo com o tipo de evento que está sendo realizado (Figura 6).



FIGURA 6 – Visuais da área de lazer.

A telha da cobertura da casa é metálica tipo sanduíche com tratamento termo-acústico, inclinação de 10% e é embutida na platibanda, com tubos de quedas e calhas que fazem a drenagem do telhado e possibilitam o eventual recolhimento das águas para reuso. Foi criada, também, uma iluminação zenital no teto, com placas de policarbonato, que possui a luminosidade controlada por meio de cortinas automatizadas, sendo que estas podem se abrir permitindo a entrada total de luz; ficar entreaberta, entrando pouca luz; ou fechar completamente impedindo a entrada de iluminação. A cobertura de telha embutida na platibanda apresenta uma de suas águas voltadas para o norte, o que favorece a captação dos raios solares para o aquecimento de água através de placas. Ainda fazem parte deste projeto a preparação da estrutura de forma a permitir a instalação de placas fotovoltaicas e solares, geradores eólicos e outras formas de redução do consumo de energia elétrica oriunda da rede pública.

Outro espaço privilegiado arquitetonicamente foi o estúdio de música que possui isolamento e tratamento acústico através de materiais como o piso em borracha e o revestimento em madeira e pedra, e no quesito da automação, possui todo o sistema de som integrado, o qual se pode gravar as músicas ou transmiti-las para as demais caixas de som dispostas na residência. Este ambiente pode receber convidados e, por isso, faz parte do contexto da automação uma iluminação diferenciada, com efeitos de show, festas, entre outros. A suposta filha tem o seu trânsito por meio do carrinho de bebê facilitado devido à presença do elevador doméstico. E, por se tratar de uma criança e, portanto, demanda cuidados especiais, o quarto recebe iluminação diferenciada para que possam ser instigadas as emoções por meio das cores das luzes. Os moradores contam também com cenários diferenciados de iluminação nos demais ambientes da residência, integrados ao sistema de *home-theater* ou distribuído pelos ambientes da casa. Os quartos contam com televisores de plasma, onde a qualquer momento pode ser visto o monitoramento do CFTV (Circuito Fechado de Televisão). Toda a automação residencial será controlada tanto pelo computador, como por pulsador, PDA, celular, ou por um controle remoto universal presente na moradia.

O entretenimento é um dos tópicos mais requisitados na automação residencial. Pode ser obtido por meio do *home-theater*, o qual recebeu um destaque na casa digital. O mesmo foi privilegiado tanto arquitetonicamente quanto na área da automação. Faz parte da sala de cinema uma iluminação diferenciada onde coexistem a luminária principal e as auxiliares, com lâmpadas dimerizadas voltadas para a parede de entrada, no intuito de direcionar o usuário. O som recebe um tratamento especial com caixas tanto embutidas no gesso quanto aparentes nas laterais do móvel que sustenta toda a aparelhagem. Propõe-se a instalação de um telão retrátil de 120", visto que esta dimensão está em conformidade com o campo de visão do espectador (Figura 7).



FIGURA 7 – Visuais do *home-theater*.



VITÓRIA 2011

O Quadro 2 apresenta um resumo dos sistemas empregados em cada ambiente da residência:

ELEMENTOS	SISTEMAS
Fachada	Brises automatizados.
Entrada	Biometria digital e câmeras – sistema de segurança integrado.
Sala Estar/Jantar	Painel <i>touch screen</i> com os recursos na tela, controle de iluminação, tela e projetores embutidos no gesso e som ambiente.
Escada	Iluminação de destaque e personalizada.
Cozinha	Eletrodomésticos com acesso à <i>Internet</i> – <i>sites</i> dos fabricantes (geladeira, fogão) e lista de compras; sensor de vazamento de gás e som ambiente, sensor de presença e aerador em todas as torneiras.
Home-theater	Controle <i>touch screen</i> , projetor e tela retrátil, som e iluminação por cenários.
Jogos	Controle de iluminação e som ambiente.
Academia	TV com controle (interfone, imagem), som ambiente e iluminação.
Escritório	Som ambiente, iluminação e supervisor da casa; tela e projetor retrátil para vídeo conferência.
Central de automação	CLP - entradas e saídas, equipamentos de cabeamento estruturado, sistema de gravação e monitoramento das câmeras de segurança, sistema de gerenciamento energético, central de alarme e central de automação.
Garagem	Aspiração central, iluminação controlada e segurança.
Piscina	Tratamento de água no horário mais barato, iluminação por fibra ótica, cenários e água aquecida.
Churrasqueira/sauna	Som ambiente e iluminação com cenários.
Área de serviço	Teclado para secretaria desarmar o alarme.
Estúdio de música	Jogos de iluminação, criação de cenas tipo show, festa, boate, além de isolamento e tratamento acústico.
Quartos	Iluminação, som ambiente, teclado do sistema de segurança, TV com acesso a todos os sistemas da casa e caminho iluminado até o banheiro para uso noturno.
Suítes	Comando de banheira pelo celular, sensor de inundação, sensor de luminosidade e dimerização, sensor de presença e aerador nas torneiras das pias, vaso sanitário com sistema de higienização automatizada.
Closets	Sistema de iluminação com controle de presença.
Mezanino	Criação de uma iluminação zenital com cortina móvel automatizada.

QUADRO 2 - Sistemas de automação residencial propostos.

Para o projeto da casa digital, objetivou-se minimizar os custos com gastos energéticos, fazendo uso de energia solar, turbinas eólicas e o gerenciamento de gastos com energia, água e gás através de um *software* de controle. Dessa forma, além da busca por conforto e segurança, a casa engloba princípios sustentáveis, reduzindo gastos de forma confiável, por meio da configuração dos dispositivos introduzidos no espaço doméstico. Como já foi exposto, é importante que a central de automação seja locada na parte central da moradia, uma vez que a distribuição do cabeamento estruturado se torna mais eficiente, gerando também economia de fios e cabos.

4.2. Avaliação dos Resultados

O resultado obtido com esta pesquisa foi a identificação do potencial do uso da automação para ampliação do bem estar e da segurança dos usuários concomitante à obtenção de uma edificação com potencial de inserção no conceito de sustentabilidade na construção civil. No aspecto relacionado à racionalização energética, um sistema de gerenciamento automatizado permite o desfrute do potencial proporcionado pela tecnologia – como um sistema de iluminação artístico –, de forma a demandar o mínimo de energia. Nos sistemas cotidianos – como o desligamento de equipamentos de ar condicionado através de sensores de presença e os *brises* móveis – a economia energética é ainda mais evidente. Observa-se, também, que alguns ganhos indiretos adicionais podem ser obtidos, como por exemplo, se a edificação permite o desenvolvimento de atividades profissionais na residência, há um incentivo à redução dos deslocamentos casa-trabalho, com conseqüente redução nas emissões atmosféricas e congestionamentos, ampliação da quantidade de tempo voltado para o lazer e a família, entre outras vantagens.

No aspecto conceitual, pode-se constatar que a automação não provoca modificações significativas no padrão residencial existente no mercado da construção civil e, de certa forma, a automação se adapta ao modelo de casa presente no mercado, sem que para isso tenha que se pensar em uma nova tipologia arquitetônica. No aspectos



VITÓRIA 2011



social, econômico e cultural, apresenta-se a automação como vantajosa economicamente ao longo do tempo, promovendo facilidade de manutenção e prevenção a riscos. Culturalmente, auxilia na promoção da desejável modificação na forma de pensar e agir do usuário, o que permite inferir sobre uma provável mudança de hábitos voltados para os aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental. Nesse sentido, ressalta-se que um passo adicional no uso da automação visando a sustentabilidade pode ser obtido através do desenvolvimento de projetos que incluam outros critérios importantes para o alcance dos objetivos, como por exemplo, a substituição de materiais construtivos tradicionais por outros, conceitualmente adequados ao conceito.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A habitação contemporânea sofreu mudanças devido à inserção de inovação tecnológica nas residências e também pela reestruturação do modelo de organização familiar. Os efeitos de todas essas modificações podem ser vistos no cotidiano das pessoas, nos atuais modos de viver, nos trabalhos e nas residências. Na arquitetura, a absorção dessas novas tecnologias permitiu a criação de novos usos e funções para os espaços, necessitando de uma reformulação do processo projetual. Em muitos casos, as distribuições dos espaços internos da moradia permaneceram sem grandes alterações, no entanto, muitos arquitetos apostam em estudos sobre novas formas de morar e de conceber espaços domésticos. Sustentabilidade e automação são conceitos que buscam a criação de moradias com identidade, caracterizados pelos desejos e necessidades dos proprietários e quando aliados, permitem que o ambiente doméstico proporcione maior economia, segurança, conforto, eficiência energética, e etc. Neste contexto, os arquitetos e profissionais da área devem compreender essa reformulação dos padrões convencionais ao introduzir novas concepções aos espaços domésticos, criando um projeto inovador, reunindo idéias de sustentabilidade e economia. É preciso levar em consideração detalhes tecnológicos que vão implicar em soluções arquitetônicas específicas para cada projeto destinado a automação sustentável. Ao adaptar os ambientes domésticos aos padrões atuais de vida dos indivíduos, deve-se considerar a conexão às redes digitais, conectividade inclusive no interior da residência, espaço destinado ao trabalho, conceitos recentes de qualidade de vida, conforto, entretenimento, sustentabilidade e preservação do meio ambiente, além do diálogo entre morador e sua residência.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1º Workshop de automação residencial e sustentabilidade (AURESIDE). Dezembro de 2007. RJ: Rio de Janeiro.
- ALVES, José Augusto; MOTA, José. **Casas Inteligentes**. Portugal: Centro Atlântico, 2003.
- AURESIDE - Associação Brasileira de Automação Residencial, 2007. Disponível em: <<http://www.areside.com.br>>. Acesso em: 06 dez. 2007.
- BOLZANI, Caio Augustus Moraes. **Residências inteligentes**. São Paulo: Livraria da Física, 2004.
- CASTIGLIONI, Fabiano; PESTANA, Rodrigo; SIMONASSI, Wender. **Um ambiente de automação residencial com gerenciamento remoto por interface wap**. Espírito Santo: FAESA, 2004.
- DEBONI, Mariana Loureiro. **Casa Digital: Tecnologias & Qualidade de vida**. Espírito Santo: Projeto de Graduação UFES, 2007.
- ELEVAC, 2008. Disponível em: <<http://www.elevac.com.br>>. Acesso em: 07 ago 2008.
- FREITAS, Fernanda Dutra de. **A inserção tecnológica na habitação urbana**. Espírito Santo: Projeto de Graduação UFES, 2007.
- HABITAT Automação, 2007. Disponível em: <<http://www.mundohabitat.com.br>> Acesso em: 26 nov. 2007.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.
- MATTAR, Daniela Gonçalves. **Processo de projeto para edifícios residenciais inteligentes e o integrador de sistemas residenciais**. São Carlos: UFSCar, 2007.
- MATTAR, Daniela Gonçalves; NOVAES, Celso Carlos. **Automação residencial e sustentabilidade**. São Carlos: NUTAU, 2006.
- REIS FILHO, Nestor Goulart. **Quadro da arquitetura no Brasil**. 11. ed. São Paulo: Perspectiva, 2006.
- VITÓRIA. Prefeitura Municipal. Lei nº 6.705, de 10 de julho de 2001 – Institui o Plano Diretor Urbano do Município de Vitória e dá outras providências. Estado do Espírito Santo. Vitória, 2001.