



PROJETO DE UMA RESIDÊNCIA INTELIGENTE VISANDO ECONOMIA E UTILIZAÇÃO DA DOMÓTICA

LUCAS LEONARDO BORTOLOTO^{1*}; GEOVANE DUARTE PINHEIRO²

¹Discente, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, engllbortolotto@gmail.com;

²Me. Engenheiro de Controle e Automação, Prof. Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, Geovaned@fag.edu.br.

RESUMO: Há muitos anos o homem descobriu que a energia possui a característica de se transformar e com o passar do tempo as técnicas para realizar essa transformação foram sendo aperfeiçoadas para que fosse possível a utilização deste recurso em atividades que agregassem valor. O homem moderno tornou-se altamente dependente de energia, tanto na indústria para a produção de bens, quanto no comércio e nas casas para trazer conforto e comodidade. Dessa forma, a residência inteligente se mostra uma possibilidade atrativa de ampliar o conforto e comodidade, utilizando da energia e tecnologia. Assim, o principal objetivo do projeto é avaliar quesitos de sustentabilidade e economia ao utilizar-se dos recursos naturais em uma edificação unifamiliar de 3 pavimentos. Tendo isso em vista, foram selecionados dois meios de produção de energia para a residência, a energia fotovoltaica e um sistema de bombas de calor geotérmico para o aquecimento de água, climatização e tornar a residência autônoma, também, a partir de um sistema de domótica. Com o estudo realizado foi possível observar que a utilização de energias renováveis é economicamente viável, porque em um curto prazo é possível que os investimentos se paguem.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Residência Inteligente. Economia. Iluminação. Geotermia. Captação de Água.

DESIGN OF A SMART RESIDENCE VISITING THE ECONOMY AND USE OF DOMOTICS

ABSTRACT: For many years' man discovered that energy has the characteristic of transforming and over time the techniques to carry out this transformation have been perfected so that it was possible to use this resource in activities that add value. Modern man has become highly dependent on energy, both in the industry for the production of goods, as in commerce and in our homes to bring comfort and convenience. In this way, the intelligent residence is an attractive possibility to extend comfort and convenience, using energy and technology. Thus, the main objective of the project is to evaluate sustainability and economic issues when using natural resources in a 3-storey single-family building. In view of this, two ways of producing energy for the residence, the photovoltaic energy and a geothermal system for the heating of water, air conditioning and to make the residence autonomous, also, were chosen an automation system. With the study carried out it was possible to observe that the use of renewable energies is economically feasible, because in the short term it is possible that the investments are paid.

KEYWORDS: Sustainability. Smart Home. Economy. Illumination. Geothermal Energy. Water Collection.

INTRODUÇÃO

A busca pelo conforto humano é uma luta mais antiga do que aparenta ser. Essa busca se estende por mais de dez mil anos de história, levando-se em conta que uma das mais antigas, senão a primeira cidade, foi formada há aproximadamente 9000 a.C., a cidade de Jericó.

Sendo deixado o nomadismo de lado, a criação das primeiras civilizações foi um passo imenso na busca pelo conforto, haja vista que, com a agricultura, não era mais necessária a busca de outros lugares quando os recursos de uma área acabavam, obtendo-se assim, uma habitação fixa, e a extensão da forma de pensar em conforto, passou a ser residencial.

Com isso, os esforços visados por especialistas buscam ampliar as formas de tornar as residências mais confortáveis para todos, sendo assim, criou-se, nos dias de hoje, o conceito da casa inteligente.

A *smart house*, ou casa inteligente, é a forma mais adequada para conceituar a palavra conforto. Naturalmente, a casa inteligente possui três pilares fundamentais, a tecnologia, o design e o meio ambiente. Negrão (2004) afirma que o mercado imobiliário e o mercado da construção civil, em busca de novas tendências, já estão oferecendo a seus clientes a automação como um diferencial que proporciona não só conforto, mas também segurança e economia de energia.

Isso porque, assim como Bozani (2004) cita, a utilização da domótica, ou mais conhecida, automação, faz uso de aparelhos para realizar as tarefas simples de casa, conseguindo até mesmo realizar funções fora de casa, como ligar um ar condicionado, programar irrigação, entre outros.

A casa inteligente consiste em uma forma de buscar o conforto, a segurança e a economia, com a utilização de novas tecnologias como os painéis fotovoltaicos, sendo assim uma forma mais econômica a médio e longo prazo.

Além disso, devido às novas preocupações com os gases-estufa e com a sustentabilidade, a casa inteligente tornou-se um meio de minimizar a produção de CO₂, com suas formas de economizar os recursos necessários para o funcionamento de uma residência.

Dessa forma, com este estudo pretende-se levantar um projeto em um loteamento da região da FAG, apresentando meios de utilizar a forma na qual é construída uma residência, juntamente com a tecnologia conectada entre si, como meio de conforto, economia e segurança.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A casa inteligente

Segundo Coldwell Banker (2016), a casa inteligente é uma casa equipada com produtos inteligentes, capazes de serem controlados e realizarem funções por meio de Wi-Fi ou Bluetooth. Termostatos que aprendem a ajustar a temperatura automaticamente de acordo com sua programação, lâmpadas que podem ser controladas pelo telefone, portas que se trancam automaticamente quando o morador sai da casa, são apenas alguns exemplos de automação residencial.

De acordo com o Grupoatlantida (2016), uma casa inteligente tem sua base em três pilares fundamentais, que são o design, a tecnologia e o meio ambiente. Estes pilares coexistem entre si criando uma estrutura residencial que é obrigada a atender as evoluções da tecnologia.

A Mastersound (2017) ainda ressalta que os benefícios das casas inteligentes e sustentáveis vão além do conforto, pois seu sistema de construção tem baixo impacto ecológico e ajuda o proprietário do imóvel a economizar nas contas de água e energia elétrica.

Bolzani (2003) comenta que uma residência inteligente se difere das usuais por dois motivos: a utilização da modernidade da arquitetura e construção - abusando do uso de fontes renováveis de energia - e a utilização de aparelhos eletrônicos capazes de gerar sua própria função ou até mesmo funções extras sozinhas.

Conforme afirma Ingaia (2017), a IoT, *Internet of Things* (internet das coisas), é a base da casa inteligente. Ela é a responsável pela realização da troca de dados com a internet e a conexão entre os aparelhos. Dessa forma, os moradores conseguem controlar equipamentos pela internet, identificar padrões de uso e buscar novas formas de gerenciamento que facilitem a vida.

Todavia, ela também cita que essa é uma tecnologia não acessível para toda a população, de imediato. Mas esse processo está em evolução, não é preciso conectar a casa toda de uma vez, o jeito mais fácil é o investimento nestes recursos conforme necessidades e interesses.

Assim como afirmou Consentino, Roméro e Reis (2012), apesar de parecer com um conto de fadas, são várias as barreiras técnicas e econômicas entre essas novas tecnologias e os consumidores. Dentre essas barreiras, encontram-se os custos e as incertezas relacionadas

às novas tecnologias como a falta de informação, a falta de recursos para avanços tecnológicos em alguns países, a indiferença, a falta de apoio entre outros.

2.2 Casa Autossustentável

Roméro e Reis (2012) afirmam que a discussão global sobre sustentabilidade iniciou-se em 1972 na conferência de Estocolmo e segue até hoje, de forma cada vez mais ampla e participativa.

Atualmente, as definições para edificação sustentável são muitas, no entanto, todas têm um fator em comum. Todas as definições para a palavra *sustentável* ditam que é necessário solucionar mais do que um problema ambiental, mesmo que não seja possível resolver todos eles (KEELER E BURKE, 2000).

Eles também afirmam que para o proprietário e para o construtor, a construção sustentável oferece um rápido retorno sobre o investimento. Para o proprietário, a residência oferece um ambiente saudável, materiais e sistemas duráveis e menos gastos com energia, para o gerente de instalações ou síndico, o uso de materiais, produtos e sistemas duradouros e de pouca manutenção, significam menos gastos.

Visando as inúmeras definições para a palavra *sustentável*, Roméro e Reis (2012) ressaltam o conceito apresentado no relatório *Nosso Futuro Comum* (1987), enaltecendo que sustentabilidade é um modelo de desenvolvimento que satisfaz as necessidades das gerações presentes sem afetar a capacidade de gerações futuras de também satisfazer suas próprias necessidades.

Radamés (2012) também cita formas de tornar uma casa autossustentável, utilizando-se águas pluviais tanto para tratamento, quanto para irrigação de plantas e/ou limpeza doméstica. É citada também por ele, a utilização dos painéis fotovoltaicos e também o calor da terra como formas de gerar energia elétrica, entre outros.

De acordo com Rosa (2017), o Brasil é considerado o quarto país do mundo com o maior número de obras certificadas por sustentabilidade, segundo dados do *Green Building Council Brasil* (GGC).

2.3 Economia de Energia

Lamberts, Dutra e Pereira (2014), apud Vitruvio (1982), afirmam que a arquitetura deve ser entendida como um espaço habitável que deve ter como equilíbrio os aspectos estruturais, funcionais e formais.

Entretanto, atualmente a arquitetura também deve ser vista como um fator que necessita possuir eficiência energética. Para eles, a eficiência energética na arquitetura pode ser entendida como um atributo à edificação, capaz de possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo de energia.

De acordo com Roaf, Fluentes e Thomas (2009), o primeiro passo a ser dado para proporcionar conforto e prazer térmico às edificações é atingir uma plena compreensão entre o clima e a necessidade do ser humano em possuir um abrigo. São inúmeras as variações climáticas globais, e todas influenciarão na maneira por meio da qual a edificação deva ser projetada em relação ao Sol.

Isso porque, como citam Keeler e Burke (2000), a caracterização do clima externo inclui dados de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, condições celestes e precipitações, e, são esses os fatores que influenciam no conforto em uma edificação.

Dessa forma, fatores como a orientação de janelas, projeto da pele da edificação, cores e seleção dos materiais de construção interno, determinam a quantidade de energia necessária para que se mantenha o conforto térmico, assim, um projeto bem desempenhado que leve em conta estes fatores é primordial para a busca pela economia.

Argenta (2011) ressalta meios de tornar sua residência mais econômica, citando formas de utilização de tintas claras para refletir e espalhar melhor a luz para o ambiente e a utilização das fotocélulas em ambientes externos, para que estes só acendam durante o período noturno, e, também, onde não há muita permanência de pessoas, como corredores e escadas, a utilização de sensores de presença, organização dos eletrodomésticos de forma que não atrapalhem o desempenho uns dos outros, entre outros.

Como cita Fagá (2012), as edificações representam cerca de 30% do consumo total de energia do planeta e fazem parte dos setores com maior participação na matriz energética mundial. Logo, devido à aceleração dos processos de urbanização, ao crescimento da classe média e à modernização das edificações, o consumo no Brasil estará acima dos 30%.

Existem vários meios que podem ser usados para diminuir o consumo de energia em uma residência. Os processos de calefação, refrigeração e iluminação das edificações envolvem a adição ou a subtração de calor, logo, conhecimentos básicos acerca dos princípios físicos de transferência e armazenagem de energia são indispensáveis para se projetar

edificações com consumo líquido de energia baixo, ou até mesmo nulo (KEELER E BURKE, 2000).

2.3.1 – Iluminação Natural

O reconhecimento da importância da iluminação natural é uma realidade em muitos países, resultando no seu aproveitamento efetivo em iluminação dos espaços interiores. No entanto, atualmente o problema consiste não em saber se deve-se recorrer à luz natural ou artificial, mas, em como conseguir combinar as duas da melhor forma, isto é, fazer a sua integração (PET CIVIL UFJF, 2011).

A luz natural ajuda a aliviar a tensão normalmente associada ao trabalho, o que torna o seu uso uma ótima opção para um escritório, por exemplo, conforme citam Lamberts, Dutra e Pereira (2014).

O Portalsolar (2011) afirma que, para o Brasil, a melhor utilização da iluminação natural é voltada para a região Norte do país, haja vista que é onde o sol permanece por mais tempo, nascendo ao Leste e se pondo a Oeste.

Drumond (2013) ressalta que são várias as formas de se utilizar a iluminação natural, desde a sua entrada por janelas e portas de vidro, até os zenitais. A iluminação zenital serve quando não é possível iluminar uma determinada área da residência, utilizando-se deste recurso em fechamentos superiores, como telhas de vidro, claraboias, átrios etc.

2.3.2 – Painéis Fotovoltaicos

O Cresesb (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito) conceitua a energia solar fotovoltaica como a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico).

De acordo com Roaf, Fuentes e Thomas (2009), células fotovoltaicas convertem a luz do sol direta em energia elétrica. É possível observar a ordem da produção da energia pelos painéis fotovoltaicos. Elas podem produzir eletricidade CC (corrente contínua), a qual pode ser utilizada diretamente, convertida em corrente alternada ou até mesmo ser armazenada em baterias para uso posterior.

As partes mais importantes de um painel solar fotovoltaico (placa fotovoltaica) são as células fotovoltaicas de silício (Si). O silício é composto por átomos minúsculos que são carregados com elétrons (Portalsolar, 2011).

Além disso, o Portalsolar (2011) também afirma que os painéis comumente utilizam dois tipos diferentes de silício para criar cargas negativas e positivas. Para se criar uma carga positiva, o silício é combinado com boro (B), e para se criar uma carga negativa, o silício é combinado com o fósforo (P). Ademais, assim como para a iluminação natural, os estudiosos também citam que a melhor posição para as placas solares é voltada ao Norte do país, aproveitando ao máximo a luz solar.

Roaf, Fuentes e Thomas (2009) ainda afirmam que, além de as células fotovoltaicas serem utilizadas visando à economia, elas também servem como forma de reduzir o CO₂ na atmosfera, haja vista que este elemento é um dos responsáveis pelo aquecimento global e as edificações são responsáveis por cerca de 50% de todas as emissões de gases-estufa.

Os autores também citam que, apesar de ter um preço considerado por muitos como elevado, o uso das células fotovoltaicas é um investimento que vale a pena a médio prazo, visando a diminuição do valor gasto com energia elétrica, já que a casa está produzindo sua própria energia.

2.3.3 – Captação de água

De acordo com a equipe da Leroy Merlin (2017), a água é um bem público e de extrema necessidade para a sobrevivência no planeta. Por este motivo, a preocupação com seu uso correto e consciente é algo que deve estar inserido diariamente na vida das pessoas. Um equívoco muito comum sobre essa temática é achar que atitudes individuais não surtem efeito.

Keleer e Burke (2000) afirmam que o manejo tradicional considerava o uso de águas pluviais como um problema. Atualmente, sabe-se que a água pluvial é um recurso subutilizado capaz de reduzir a demanda do abastecimento de água potável. Essa água é uma fonte excepcional para fins não potáveis, como irrigação e descargas de bacias sanitárias.

De acordo com Bernardes (2017), é possível economizar cerca de 60 mil litros de água por ano com um sistema de captação de água funcional, feito por Eduardo Simões, professor do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC).

2.4 - Domótica

De acordo com Bolzani (2004), Domótica é uma palavra nascida da fusão do termo *domus* do latim, que significa casa, com robótica, ou seja, se associa à robotização e à automação de uma casa.

A domótica é o ramo da automação residencial. De acordo com o dicionário Aurélio, *automação* é o funcionamento de uma máquina ou grupo de máquinas que, sob o controle de um programa único, permite efetuar, sem intervenção humana, uma série de operações contábeis, estatísticas ou industriais. Além disso, Bolzani (2004) também cita que o termo *inteligente* é diferenciado, pelo fato de o dispositivo conseguir se auto gerir, ou ainda, gerir outros equipamentos.

Como citam Lins e Moura (2010), um dos exemplos de maior conforto sobre a domótica é, ao entrar em casa, o ar condicionado estar ligado em uma temperatura agradável sem que seja necessário utilizar chaves, a televisão programada no canal com base no horário, as plantas irrigadas e a banheira já na temperatura desejada. Os autores complementam citando que, embora pareça coisa de filme futurístico, já é nosso presente, guiado pelas facilidades obtidas pelas tecnologias.

No entanto, de acordo com Teza (2002), o mercado de Automação Residencial é dinâmico e o proprietário/usuário deseja uma utilização ampla e fácil, entretanto, por outro lado, o construtor tem muita dificuldade em se aperfeiçoar nas diversas soluções existentes. Portanto, talvez seja o mais conveniente a ambos, que seja feita a contratação de instaladores de sistemas personalizáveis e terceirizados, que sejam especialistas nestas implantações (normalmente esta é a forma mais barata e eficaz). Desse modo, um processo de comunicação de qualidade auxiliará o construtor e o instalador a compreenderem as necessidades daqueles que morarão na residência.

O funcionamento e a operação de um sistema domótico são definidos pelo comportamento do próprio sistema, pelo usuário, pelo ambiente específico e pela tarefa específica. Somente a descrição simultânea de todos estes aspectos pode definir o comportamento de uma residência inteligente (Costa, 2003).

A Clicksmart (2017) cita que é possível reduzir o consumo de energia de uma casa de acordo com a sua necessidade, consequentemente diminuindo os gastos da conta de luz de forma considerável, além de otimizar o tempo de vida útil das lâmpadas e aparelhos eletrônicos.

Dessa forma, um sistema de automação pode reduzir estes custos em até 30%. Ao acessar todos os sistemas remotamente, o usuário tem a possibilidade de ligar somente aquilo que precisar (Arguscontrol, 2015 apud Marcelo Knörich Zuffo, 2015).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Este projeto segue uma linha de pesquisa bibliográfica baseada em livros, *sites*, videoaulas, tutoriais e artigos, os quais contribuíram com as informações necessárias para a elaboração do projeto.

O trabalho trata-se de um projeto de uma residência fictícia, localizada no Centro Universitário Assis Gurgacz, na Avenida das Torres, bairro FAG, na região Oeste da cidade de Cascavel-PR.

A pesquisa foi realizada por meio do método quantitativo, ou seja, trata-se de um objeto de pesquisa que considera todas as informações quantificáveis por meio de um estudo prévio, sendo traduzidas em números as opiniões e as informações para que possam ser classificadas e analisadas (SILVA e MENEZES, 2001, p. 20 apud PEDERIVA, 2009, p. 40).

Dessa forma, foram coletadas informações da região citada, buscando-se formas de tornar uma residência inteligente, tornando-a autônoma, com a utilização de técnicas de edificação, com o auxílio de profissionais da área e mecanismos próprios para isso.

A residência inteligente é uma casa, a qual visa ao máximo os conceitos de economia e sustentabilidade, ou seja, capaz de reduzir os gastos ao utilizar os recursos naturais à sua volta e, de alguma forma, devolvê-los ao planeta por meio de práticas ou técnicas desenvolvidas para este fim (Serra, 2015).

Além disso, também são utilizados sistemas avançados da domótica, visando aumentar o conforto de seu usuário e facilitando sua rotina com o monitoramento do que ocorre na sua habitação, para com isso ser capaz de visualizar seus focos em gastos diários e buscar maneiras de adquirir a economia desejada.

Depois de obtidas as informações da região, foram realizados os cálculos que demonstraram como essa residência atingiu o resultado esperado.

3.1.2 Caracterização da amostra

O projeto foi supostamente realizado dentro do Centro Universitário Assis Gurgacz, na Avenida das Torres, bairro FAG, na região Oeste da cidade de Cascavel-PR.

O Centro Universitário dispõe de 4 blocos de ensino, uma reitoria, quadras e campos esportivos, um hospital veterinário e a clínica São Lucas. O lote a ser utilizado para o projeto fica ao lado da clínica São Lucas, possuindo 20 metros de largura e 40 metros de comprimento, resultando em uma área total de 800 m².

A residência tem, aproximadamente, 438 m² de área útil. Além disso, é caracterizada como de alto padrão e buscou utilizar-se dos recursos naturais junto à automação como meios de economia em seus custos mensais.

3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados foi realizada de forma visual, no próprio local definido pelo orientador da pesquisa, sendo realizadas visitas entre os meses de julho até novembro de 2018, nas quais foi realizado um registro fotográfico do lote, a definição das dimensões do projeto e o seu posicionamento relacionado ao Sol.

As visitas foram realizadas em período integral, ocorrendo tanto em dias ensolarados quanto chuvosos, para que fossem relatadas as incidências de iluminação solar e de chuvas no local. Ainda para a coleta dos dados, foi utilizado o simulador de consumo da COPEL, como forma de estimar a demanda energética para esta residência.

Além disso, foram definidos por meio de pesquisas bibliográficas, quais as tecnologias e equipamentos que podem ser empregados na utilização da domótica como forma de economia residencial, e, também, a maneira de aplicá-los e exemplificar os métodos de economia vigentes.

3.1.4 Análise dos dados

Após a coleta de dados, foram realizados cálculos orçamentários do consumo médio de energia pelo Simulador de Consumo da COPEL por meio da eficiência de um painel fotovoltaico, para com isso, verificar-se o número necessário de painéis a serem utilizados para tornar a residência autônoma. Com este cálculo, foi possível verificar o quanto será investido nestes mecanismos.

Além disso, foram confeccionados os projetos com o auxílio das ferramentas de desenho *AutoCad*, *Revit*, e *SketchUp*, dimensionando os painéis fotovoltaicos, o posicionamento da edificação e a sua arquitetura, visando ao máximo utilizar a iluminação natural para diminuir o consumo médio de energia elétrica da residência.

Os painéis fotovoltaicos dimensionados para a residência foram de total utilização para a produção de energia elétrica, a fim de suprir a sua demanda e aproximá-la ao máximo de sua autonomia.

Apesar de os painéis fotovoltaicos terem sido utilizados apenas para a produção de energia elétrica, também foi necessário visar uma forma de aquecer a água da residência. Dessa forma, foi utilizado um sistema geotérmico, que utiliza-se do calor natural do solo como forma de produzir energia, aquecendo a água da residência e climatizando-a através de tubulações.

Para isso, foi necessária a utilização de uma bomba de calor para o aquecimento da água e um boiler para seu armazenamento. Todavia, como a fonte de energia é terrestre, teve de ser utilizado uma bomba de recalque para levar a água do boiler até a encanação.

Ainda com a pesquisa bibliográfica sobre tecnologias e equipamentos relativos à domótica, foram realizados experimentos para a exemplificação da utilização das plataformas de automação, da utilização da linguagem C++, *hardwares* e de aplicativos para a manipulação de microcontroladores, sendo estes, pequenos circuitos integrados, programados para desempenhar tarefas específicas.

Também, para a aplicação da domótica, foram apresentadas adaptações no projeto da residência, visando dimensionar sua central de controle e operações, e a sua ligação com os aparelhos domésticos.

Ademais, foram utilizadas cisternas para a coleta e armazenamento da água pluvial, para com isso, reutilizar essas águas como forma de irrigação e limpeza exterior da residência.

Os dados foram tabulados, informando o que foi coletado e, posteriormente, foi realizado o levantamento do valor que foi investido em mecanismos de economia de energia e do tempo que será levado para que seja obtido o retorno financeiro do mesmo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Projetos

Seguem anexadas no Apêndice A, as pranchas respectivas ao projeto de condomínio: Arquitetônico, 3D, elétrico, Hidráulico referente à captação de água e sua distribuição e as adaptações de projeto elétrico para utilização da domótica.

4.2 Caracterização da residência

A residência fictícia em questão possui uma área de lote de 800m², sendo unifamiliar e de alto padrão, e de área privativa de aproximadamente 438,27 m², dividida em 3 pavimentos, e uma edícula separada.

Ainda, a residência terá a utilização das telhas ecológicas, que se utilizam da reciclagem de produtos que contenham polietileno para a sua fabricação. Elas apresentam grandes vantagens, as quais são, sua leveza, resistência, baixa transmissão térmica e acústica, o que auxilia na climatização junto ao sistema geotérmico, e principalmente, são ecológicas, ajudando contra a poluição do meio ambiente.

4.3 Residência Inteligente

Primeiramente, o que torna a residência “inteligente” é a capacidade de, baseada em tecnologias de informação, permitir à quem habita, usufruir de uma vasta gama de aplicações e serviços, buscando conforto e economia.

Dessa forma, essa residência foi desenvolvida buscando-se ampliar os conceitos de conforto e economia, utilizando de iluminação solar com janelas e fossos de luz, e captação de água como meios sustentáveis de economia. Além da comum utilização da luz solar como fonte de energia, há também a utilização da captação da energia geotérmica como outro meio de produção de energia para a casa.

4.4 Captação de Água

A água é um recurso essencial para a sobrevivência humana, apesar de abundante no mundo, já foram presenciadas crises hídricas como em São Paulo entre 2014 e 2016.

Dessa forma, a captação de água da chuva tem sido uma das soluções alternativas mais eficientes utilizadas na hora de economizar tanto água, quanto dinheiro. A sua utilização é capaz de diminuir em até 50% o consumo de água de uma residência.

Além disso, a captação da água da chuva ainda contribui para amenizar os efeitos da falta de área permeável nas grandes cidades, que provocam enchentes e inundações nos períodos de chuvas intensas.

Tendo isso em vista, é possível verificar na prancha 05 que a captação de água pluvial foi realizada por meio de calhas na cobertura, a qual está dividida em 3 águas voltadas ao norte, e com as calhas interligadas levando à uma cisterna localizada no subsolo da casa junto ao Boiler e a Bomba de Aquecimento.

Sendo assim, a distribuição da água pluvial será realizada a partir de uma bomba hidráulica para elevar à água até os sanitários da residência, e utilizada também para a irrigação externa. O sistema possui um custo aproximado de R\$2000,00 para uma cisterna de 1000 litros com filtro.

4.5 Iluminação Solar

A iluminação solar é um dos pontos-chaves do projeto de uma residência inteligente, isso porque um sistema de iluminação eficiente pode refletir diretamente na produtividade, no conforto das pessoas, e ainda reduzir os custos finais de energia elétrica quando substitui sistemas inadequados e ineficientes.

Ainda, serão utilizadas lâmpadas do tipo LED, devido à suas altas eficiências combinadas com a durabilidade das mesmas, e também, seu reduzido consumo. Dessa forma, além da baixa utilização da iluminação artificial, seu consumo ainda será menor pela escolha desse produto.

4.6 Energia Fotovoltaica

A produção de energia fotovoltaica se tornou algo comum nas residências. A sua utilização como forma de produzir o calor necessário para aquecer a água se tornou proveitoso e econômico para a população, no entanto, também é possível a sua utilização como forma de produção de energia elétrica na residência.

Assim, a sua utilização foi focada em tornar a casa autossustentável, ou seja, capaz de produzir o necessário para não gerar custos. Dessa forma, foram analisados os custos da residência à princípio e após as alterações realizadas na residência para sua economia.

A residência, a priori, teria um gasto de aproximadamente R\$ 694,00 mensais em energia elétrica na tarifa tradicional, com base no simulador de consumo da Copel. No entanto, com as alterações na residência em Iluminação solar, Domótica e o Sistema geotérmico o custo mensal passou para aproximadamente R\$ 235,42 na tarifa branca.

Ainda querendo compensar este custo, a utilização dos painéis fotovoltaicos veio à tona. Com base na radiação solar da região, será necessária uma área mínima de 22 metros quadrados e 8 painéis de 330 watts para tornar a residência autossuficiente. Sendo assim, o custo dos painéis foi de aproximadamente R\$ 14.600.

4.7 Energia Geotérmica

A energia geotérmica, resumidamente, é a energia provinda do calor da terra. Dessa forma, é possível, com a utilização de uma tubulação e um sistema de bombas de calor, se beneficiar no aquecimento de água e na climatização da residência.

De certa forma, o dispositivo utilizado para a climatização é semelhante ao piso térmico, se encontrando dentro da estrutura do ambiente. A circulação da água aquecida ou resfriada é realizada pela bomba de calor, propiciando a climatização. Dessa forma, no inverno, ela retira o calor do solo e transporta à residência, e no verão ele retira o calor da estrutura e transporta para uma zona fria da terra.

Como afirma o departamento de energia dos EUA, estima-se que cerca de 50.000 dispositivos de refrigeração geotérmica são instalados por ano, e seu custo por tonelada de capacidade média é de 2.500 dólares americanos (USD). Um aparelho, em média, necessita de 3 toneladas, dessa forma, estima-se que 7.500 dólares americanos seriam necessários como custo da implantação desse sistema. Seguindo a cotação atual do dólar, o custo desse sistema beira os R\$ 28.000.

4.8 Domótica

A domótica se mostrará presente em alguns aspectos da residência. Sua utilização aparece amplamente na iluminação, utilizando dispositivos capazes de diminuir o consumo de energia elétrica nas lâmpadas. Um dos dispositivos é o Relé Fotoelétrico, um dos pioneiros da automação residencial, com um foco para o exterior da residência, é constituído de dispositivos sensíveis a presença de luz natural, capaz de acionar e desligar sistemas de iluminação em determinados horários.

Também tem-se a presença dos *dimmers* para a parte interna da residência, os quais são dispositivo capazes de variar a intensidade de luz, de acordo com a necessidade. E por fim, no pavimento inferior, serão utilizados sensores de presença, que possibilitam o acionamento de iluminação somente em um intervalo de tempo em que o ambiente esteja sendo utilizado.

Ainda, serão utilizados jardins verticais na residência, porque além de poder melhorar a qualidade de vida urbana, como redução da temperatura ambiente, microclima agradável, ar mais limpo e uma estética do apreciável, ainda em cidades maiores como São Paulo, estão sendo utilizados como forma de descontar o IPTU, conhecido como IPTU verde, o que pode se estender à Cascavel, haja vista que já se tem a proposta na Câmara de vereadores da cidade.

O IPTU verde se estende não apenas à vegetação, mas também à energia fotovoltaica, aquecimento solar e a captação de água e reuso da água da chuva, tornando ampla a possibilidade nessa residência.

Dessa forma, a automação se torna presente na irrigação do jardim vertical, com a utilização do controlador autônomo de irrigação da Hidrosense, o modelo MRI. Esse dispositivo funciona a partir de sensores de umidades do solo, chamados de tensiômetros, o que faz a reposição da exata quantidade de água necessária sem a intervenção natural.

Além disso, também serão utilizados os vidros inteligentes, vidros esses capazes de permitir o controle de transparência, absorção de calor e do quanto de uma área será iluminada.

Por fim, a utilização da domótica também teve presença nos ares-condicionados. A sua automação permite que os aparelhos sejam ligados à um equipamento central, capaz de controlar a temperatura, pressão e umidade de um local. Podendo ser programado para horários em que há pessoas na residência e também, programado a partir de um termostato para realizar a climatização adequada de cada ambiente.

No entanto, algumas adaptações são necessárias dependendo do tipo de sistema de domótica aplicado na residência. Isso porque a automação necessita uma central de rede para ser capaz de programar suas funções pré-programadas, dependendo tanto do projeto arquitetônico, quanto até mesmo no elétrico, em função de suas ligações e equipamentos que devem estar bem distribuídos para a sua utilização.

Além disso, foi necessária a utilização de plataformas de automação (arduíno), responsáveis pela utilização programada dos equipamentos. Para essa utilização, a linguagem C++ é a responsável pela programação e utilização por outros aparelhos, como celulares por exemplo.

4.9 Custo-Benefício

Como foi possível observar durante o projeto, a residência possui um investimento alto referente à sustentabilidade, no entanto, em cálculos é possível verificar que em aproximadamente 5 anos e meio, os investimentos realizados se pagam, ao somar o que foi investido e fazer a divisão pelo preço que seria pago mensalmente à princípio. O que torna o projeto economicamente viável para a construção.

Custo dos Investimentos: [14.600 (Painéis Fotovoltáicos) + 2000 (Custo da Captação de água) + 28000 (Sistema Geotérmico)] / 694 (Valor Inicial) = Tempo em meses.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cidades e suas construções são os principais responsáveis pelo massivo consumo de água, energia e materiais. De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, a construção civil, consome cerca de 75% dos recursos naturais, 20% da água nas cidades e gera 80 milhões de toneladas/ano de resíduos.

Dessa forma, a sustentabilidade se tornou uma palavra que cresce no vocabulário desse cenário de construção civil. Seu conceito é baseado na criação de soluções possíveis para os principais problemas ambientais causados, sem renunciar o conforto e a tecnologia.

Assim, as residências inteligentes estão ampliando os horizontes da construção civil, e por meio deste projeto foi possível visualizar aplicações reais de possíveis soluções técnicas eficientes e econômicas sobre o consumo de energia elétrica, armazenamento e reuso das águas pluviais e a utilização da domótica nesse meio como colaborador e, ainda, a necessidade de um bom projeto arquitetônico e elétrico para a sua utilização em uma residência a partir de poucos itens, que se bem elaborados, tornam qualquer atividade simples.

Portanto, é essencial a participação do engenheiro civil nessa nova jornada em busca de soluções para o desenvolvimento sustentável e econômico, alternando o foco das prioridades no planejamento e nos projetos de uma obra, utilizando, de forma inteligente, os recursos naturais, condições climáticas e ambientais para proporcionar à seus clientes uma economia à curto e médio prazo e aumentando o conforto de seus usuários.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5413: **Iluminância de interiores**, Rio de Janeiro, 1991. Acesso em 18/03/2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. PROJETO 02:135.02-002: **Iluminância natural – Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural**. Rio de Janeiro, 2003. Acesso em 18/03/2018.

BOLZANI, C. A. M. **Desenvolvimento de um simulador de controle de dispositivos Residenciais Inteligentes: Uma introdução aos sistemas domóticos**. Disponível em <<http://jornal.usp.br/tecnologia/captacao-de-agua-da-chuva-economiza-60-mil-litros-por-ano/>>. Acesso em 18/03/2018.

CASTRO, R. M. G. **Introdução à energia fotovoltaica**. Disponível em <http://www.troquedeenergia.com/Produtos/LogosDocumentos/Introducao_a_Energia_Fotovoltaica.pdf>. Acesso em 18/03/2018.

CLICKSMART, **Como a automação residencial ajuda na economia de energia?**. Disponível em <<http://clicksmart.com.br/blog/como-a-automacao-residencial-ajuda-na-economia-de-energia/>>. Acesso em 08/05/2018.

COLDWELLBANKER. **A smart home for high tech living**. Disponível em <<https://www.coldwellbanker.com/smart-home>>. Acesso em: 18/03/2018.

DRUMOND, R. **Aproveitando a iluminação e ventilação natural**. Disponível em <<http://www.arquitetaresponde.com.br/aproveitando-iluminacao-e-ventilacao-natural/>>. Acesso em 18/03/2018.

FREITAS, F. C. G.; **Hidrosense apresenta solução para irrigação de jardins verticais**. Disponível em <<https://www.grupocultivar.com.br/noticias/hidrosense-apresenta-solucao-para-irrigacao-de-jardins-verticais>>. Acesso em 30/10/2018.

GRUPOATLANTIDA. **Casa Inteligente, o que é e como funciona?**. Disponível em <<http://www.grupoatlantida.com.br/casa-inteligente>>. Acesso em 18/03/2018.

INGAIA, **Casa inteligente: Como a tecnologia está mudando os lares?**. Disponível em <<http://www.ingaia.com.br/casa-inteligente-como-a-tecnologia-esta-mudando-os-lares/>>. Acesso em 17/03/2018.

INTELLIGGLASS; **O que é intelligglass**. Disponível em <<http://www.intelligglass.com.br/#>>. Acesso em 19/10/2018.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de Projetos de Edificações Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MASTERSOUND. **O que é uma casa inteligente**. Disponível em <<http://www.msound.com.br/casa-inteligente-e-sustentavel>>. Acesso em: 18/03/2018.

PORTALDOMUNICIPIODECASCADEL, **Lange encaminha proposta do "IPTU Verde" para Câmara nesta quarta**. Disponível em <<http://www.cascavel.pr.gov.br/noticia.php?id=29677>>. Acesso em 16/03/2018.

RADAMÉS, M. **Casa autônoma é um sonho ecológico possível?** Disponível em <<http://radames.manosso.nom.br/ambiental/consumo/casa-autonoma-e-um-sonho-ecologico-possivel/>>. Acesso em 17/03/2018.

RELATÓRIO DE BRUNDTLAND. **Our Common Future**. Disponível em <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em 17/03/2018.

ROAF, S.; THOMAS, S.; FUENTES M. **Ecohouse, A Casa Ambientalmente Sustentável**. 3ª Ed., Porto Alegre: Bookman, 2009.

ROMÉRO, M. A.; REIS, L. B. **Eficiência energética em edifícios**. Barueri: Manole, 2012.

SIMULADOR COPEL – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Simulador de Energia COPEL**. Disponível em <<https://www.copel.com/scnweb/simulador/inicio>>. Acesso em 07/05/2018.