

# IoT EcoHome: Internet das coisas e Sustentabilidade

## *IoT EcoHome: Internet of Things and Sustainability*

José Antônio Dias de Carvalho<sup>1</sup>, Fabio Vieira Santos<sup>2</sup>, Marcus Valério R. Garcia<sup>3</sup>, Bruno Augusto de Oliveira<sup>4</sup>, Rodrigo Reginaldo Cardoso<sup>5</sup>

**Resumo:** Este projeto tem como objetivo demonstrar os benefícios da implantação de um telhado verde aliado a aplicação de IoT (Internet das Coisas), possibilitando a prática de tecnologias sustentáveis que facilitem e automatizem a manutenção do mesmo, incentivando assim a aderência ao uso desta tecnologia. Ele irá descrever todo o ponto de vista teórico e prático destes conceitos, e, para que isso fosse possível foram realizadas pesquisas com objetivo de saber se a ideia proposta traria uma maior aderência por parte da população ao uso destas tecnologias sustentáveis, também foram realizadas diversas análises sobre os conceitos do telhado verde em relação ao escoamento da água, reutilização da água da chuva para a irrigação do telhado verde através de dispositivos de controle, dados estatísticos, e, os inúmeros benefícios que o mesmo traz para o meio ambiente e seus usuários como a proteção acústica e redução térmica do ambiente interno. Aplicando estes conceitos foi possível desenvolver um novo protótipo casa sustentável, onde sua cobertura conta com telhado verde de vegetação real, reutilização da água drenada, e controle através de um site/aplicativo que informa ao usuário diversos dados sobre a casa e permite a tomada de ações sobre a mesma, se necessário.

**Palavras-chave:** IoT. Sustentabilidade. Telhado Verde.

**Abstract:** *This project aims to demonstrate the benefits of implementing a green roof allied to the application of IoT (Internet of Things), enabling the practice of sustainable technologies that facilitate and automate the maintenance of the same, thus encouraging adherence to the use of this*

*technology. It will describe all the theoretical and practical points of view of these concepts, and for this to be possible, research was carried out to determine if the proposed idea would bring greater adherence by the population to the use of these sustainable technologies, analysis of green roof concepts in relation to water runoff, reuse of rainwater for irrigation of the green roof through control devices, statistical data, and the innumerable benefits it brings to the environment and its users such as acoustic protection and thermal reduction of the internal environment. Applying these concepts it was possible to develop a new sustainable home prototype, where its coverage has green roof of real vegetation, reuse of drained water, and control through a website / application that informs the user of various data about the house and allows the actions on it, if necessary.*

**Keywords:** IoT. Sustainability. Green. Roof.

## I. INTRODUÇÃO

Este projeto tem como objetivo demonstrar os benefícios da implantação de um telhado verde aliado a aplicação de IoT (Internet das Coisas), possibilitando a prática de tecnologias sustentáveis que facilitem e automatizem a manutenção do mesmo (que atualmente se encontra como uma desvantagem deste tipo de sistema), incentivando assim a aderência ao uso desta tecnologia.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

Com o ritmo de desenvolvimento econômico da sociedade mundial sempre em expansão,

<sup>1</sup>Mestre em Ciências, Professor e e Reitor no Centro Universitário ENIAC. e-mail: [jose.carvalho@eniac.edu.br](mailto:jose.carvalho@eniac.edu.br)

<sup>2</sup>Mestre em Ciências, Professor e no Centro Universitário ENIAC. e-mail: [fabio.vieira@eniac.edu.br](mailto:fabio.vieira@eniac.edu.br)

<sup>3</sup>Mestre em Ciências, Professor e Pesquisador do NUPE no Centro Universitário ENIAC. e-mail: [marcus.valerio@eniac.edu.br](mailto:marcus.valerio@eniac.edu.br)

<sup>4</sup>Acadêmico do curso de Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário ENIAC. e-mail: [226682016@eniac.edu.br](mailto:226682016@eniac.edu.br)

<sup>5</sup>Acadêmico do curso de Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário ENIAC. e-mail: [237262014@eniac.edu.br](mailto:237262014@eniac.edu.br)

geralmente o meio ambiente acaba em ficando em segundo plano, e a natureza é quem acaba pagando o preço da extração dos recursos naturais e poluição desenfreada. Pensando nisso em meados dos anos 80, durante a conferência de Estocolmo diversos alertas de desastres ambientais foram colocados em pauta como uma forma de alerta aos governos mundiais, grandes empresas e a sociedade como um todo, de que a preservação ambiental era extremamente essencial e urgente.

Em meio a todos estes acontecimentos, foi elaborado um conceito visando obter crescimento aliado a preservação ambiental, sendo este conceito denominado de sustentabilidade, que é definida pela sociedade interagindo com o mundo ao seu redor, sempre buscando preservar suas fontes de recursos naturais.

Existem diversas maneiras de desenvolvimento sustentável ao redor do mundo, e este projeto aborda um dos meios ambientais que trata da redução da temperatura e retenção da água das chuvas criando ilhas verdes, que são definidos por paredes e coberturas/telhados com vegetação plantada em um solo preparado em sua superfície, criando um espaço verde e até mesmo arborizado que apresenta inúmeros benefícios que vão desde a melhora na qualidade do ar, até redução da temperatura no ambiente e redução no número de enchentes (BRAGA, 2005).

Segundo Gartland (2010), a cobertura viva ou telhado verde, é conceituado como a cobertura de imóveis com vegetação natural. O mesmo teve sua origem há cerca de 7800 anos antes de Cristo, na antiga Roma, Mesopotâmia, e também nos jardins suspensos da Babilônia. As pessoas que viviam neste tempo já tinham conhecimento dos benefícios da conservação de energia térmica, pelo fato da região possuir excesso de calor. Muitas outras civilizações também fizeram uso deste conceito, sendo uma delas na área de conservação do calor, em áreas que são mais gélidas por exemplo.

Uma cobertura verde é essencialmente um jardim cultivado sobre um telhado. Sua variedade pode ser simples como uma cobertura de turfa, geralmente denominada sistema "extensivo" de teto-jardim, ou pode ser complexo como um parque completo com árvores, chamado de sistema "intensivo". Independentemente do tipo sistema

escolhido, os componentes de uma cobertura verde são basicamente os mesmos (PECK; KUHN, 2001).

Atualmente o país que se mais utiliza a tecnologia de telhado verde no mundo, é a Alemanha que possui mais de treze milhões de metros quadrados de cobertura viva em casas e prédios do país. Outros países como Estados Unidos, Suíça e Singapura também tem sido grandes percursores dessa tecnologia nos últimos anos.

Sua legislação dentro do Brasil atualmente determina que, qualquer edifício construído após 2001 que tenha cobertura maior que 1000 m<sup>2</sup>, deve ter pelo menos 20% dessa área coberta por vegetação natural. No Brasil a ideia ainda não é tão ampla, mas há leis e decretos (ainda que discretos e pouco conhecidas), que incentivam e até obrigam a implantação desse tipo de cobertura em edifícios, e, a promoção de campanhas e palestras sobre os benefícios concebidos pelo seu uso.

Já o conceito de internet das coisas (IoT, Internet of Things) consiste em um sistema tecnológico em que os objetos estão interconectados através da internet. Sendo assim tudo o que cerca um ambiente está conectado por chips, circuitos, antenas e sensores que se comunicam entre si, automatizando sistemas e processos, possibilitando assim um maior conforto as pessoas em diversos aspectos.

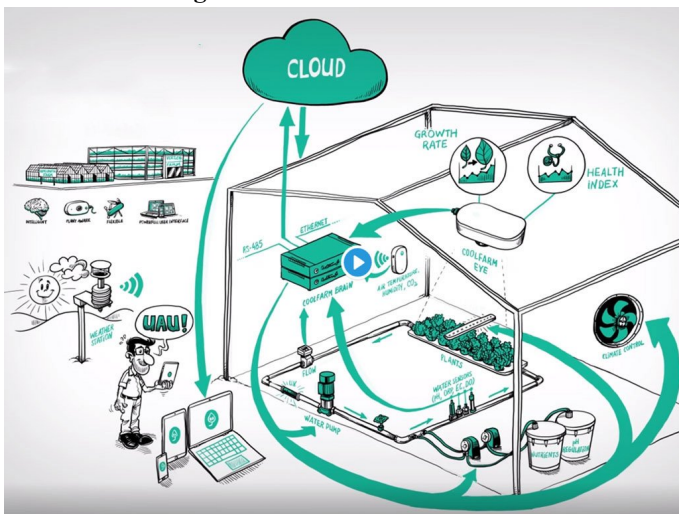
Pode ser chamado de smart ou objeto inteligente, qualquer dispositivo ou objeto que tenha conexão com a internet, assim como capacidade de processamento.

Segundo Magrani (2018), na internet das coisas o receptor e emissor são as coisas ou objetos que fazem o uso da internet como meio de comunicação e interação. Hoje em dia pode-se citar inúmeros exemplos de dispositivos que fazem o uso da internet das coisas como sensores de temperatura que podem transmitir valores de um local para um centro de informações site/aplicação de IoT, e assim esta central pode ser acessada remotamente na internet por alguém responsável que irá verificar esses valores sem precisar estar no local presencialmente, sendo esta uma das aplicações de IoT a serem desenvolvidas e aprimoradas neste projeto.

Com base no exemplo anterior também é possível a tomada de ações predefinidas ou não, nos casos em que os valores a serem apresentados se desviem dos padrões predefinidos alertando o responsável para que seja feita uma tomada de ação em determinado caso remotamente, ou até mesmo programar os atuadores de maneira autônoma para providenciar a correção da temperatura, sem qualquer necessidade de intervenção humana no local.

A internet das coisas abre inúmeras possibilidades para criação de diversas novas coisas, podendo influenciar tanto na indústria como na vida das pessoas em si, possibilitando ideias de cidades e até residências inteligentes como a deste presente projeto, nas quais diversos elementos urbanos são interligados por meio de sistemas em rede, buscando automatizar coisas e processos, reduzindo filas e congestionamentos, possibilitando melhorias na mobilidade urbana, gerenciamento de energias renováveis, atendimentos, saúde, policiamento e monitoramento entre diversas outras coisas (SACOMANO, 2018).

Figura 1 - Internet das Coisas



Fonte: Página Tecmundo – Mobilidade Urbana/Smart Cities.

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

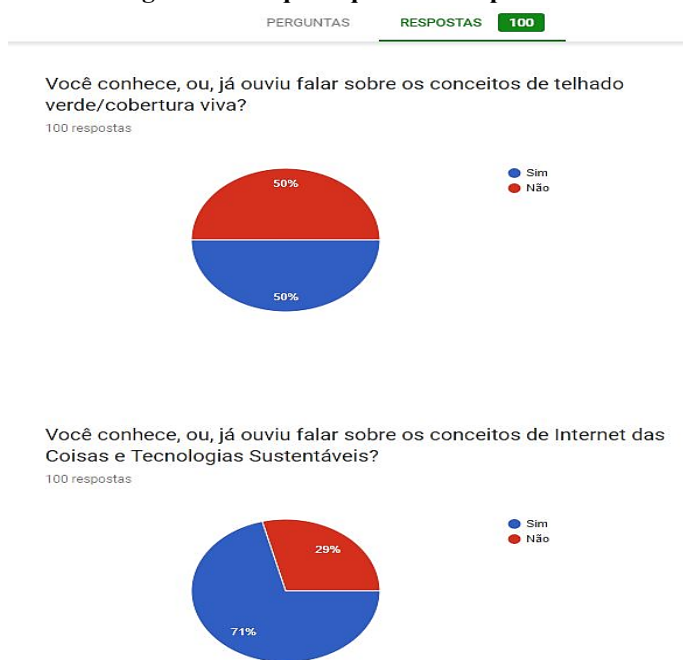
Para tornar este projeto possível foram realizadas diversas pesquisas, entre elas, a pesquisa quantitativa (de campo) para coletar dados sobre o interesse das pessoas pelo assunto e conceito apresentado. Pesquisa teórica para consulta e

referência no desenvolvimento dos objetivos do projeto, e pesquisa laboratorial no desenvolvimento e testes do protótipo, programação do aplicativo e dispositivos de controle. No campo da pesquisa laboratorial foram aplicadas técnicas e conceitos de programação em Java, e técnicas de controle e automação (microcontroladores e sensores) alinhadas a técnicas voltadas ao campo de IoT (internet das coisas), responsável pela integração de tudo que envolve este projeto.

### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na pesquisa quantitativa, foi feito uso da ferramenta Google Forms para coletar dados de uma média de 100 pessoas, em que as mesmas responderam a perguntas relacionadas ao interesse das pessoas pelo tema da sustentabilidade e do telhado verde. A pesquisa foi realizada durante o mês de novembro de 2018, com um grupo aleatório e diversificado, de diferentes faixas etárias e graus de escolaridade.

Figura 2 - Pesquisa quantitativa parte 1

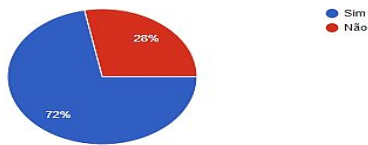


Fonte: Autor.

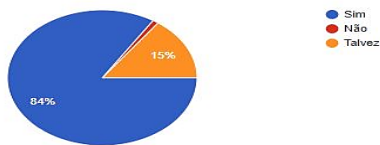
Figura 3 - Pesquisa quantitativa parte 2

PERGUNTAS RESPOSTAS 100

Você atualmente faz algo que contribua para o meio ambiente?  
100 respostas



Você faria o uso de tecnologias sustentáveis em sua casa ou em seu dia-dia, caso as mesmas tivessem um custo mais acessível?  
100 respostas



Fonte: Autor.

Ao final dessa pesquisa foi obtido um resultado satisfatório por parte da maioria dos entrevistados, mostrando que este projeto possui potencial para atingir um dos objetivos que é incentivar a aderência das pessoas aos sistemas de telhado verde através da automação do processo de manutenção do mesmo.

Utilizando técnicas de controle e automação (microcontroladores) dentro da plataforma Arduino na automatização da manutenção do telhado verde, foi possível acrescentar recursos como controle de temperatura interna e externa, controle de turbidez da água drenada e armazenada, alerta de chuva sobre a residência monitorada pelo sistema.

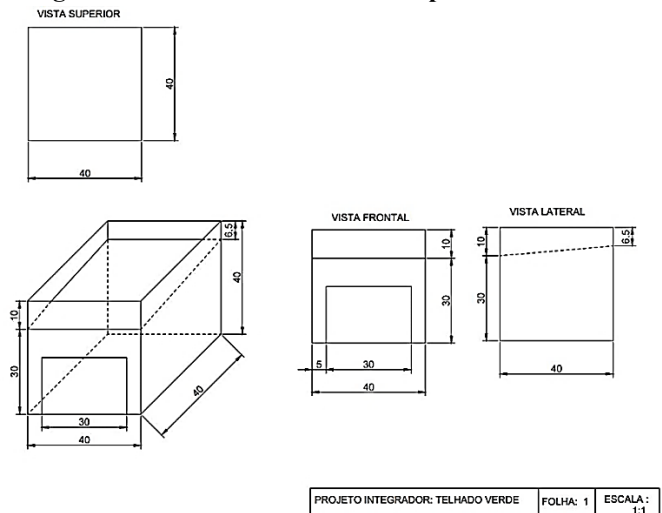
A automação é iniciada no processo em que o sistema de telhado verde recebe a água da chuva, drena e retém a mesma no reservatório presente no protótipo até que o sensor de nível informe que o mesmo esteja cheio. Em seguida entra o processo de manutenção do sistema em que o sensor de umidade do solo ao detectar um valor abaixo da escala (predefinida em programação dentro do microcontrolador ATmega2560 do Arduino Mega utilizado neste projeto), acionando a bomba de água presente dentro do reservatório (se mantendo acionada irrigando o telhado verde até que sensor de umidade do solo retorne ao nível de umidade adequado), realizando assim a automação do sistema de telhado verde sem que o usuário tenha

que intervir no processo de manutenção tendo que irrigar o mesmo ou contratar alguém para realizar este processo nos períodos de estiagem onde a chuva é escassa.

Feitos estes processos, foram utilizadas técnicas voltadas ao campo de IoT (internet das coisas), e assim foi implementado ao projeto o microcontrolador de rede EPS8266, que tem como principal finalidade possibilitar comunicação wireless com conexão TCP/IP a projetos que envolvam IoT e a dispositivos de controle e automação como Arduino e derivados. Segundo Tanenbaum (2011), o TCP/IP (Protocolo de Controle de Transmissão/Protocolo de Internet) se trata de um protocolo utilizado para que dois ou mais dispositivos e aplicações consigam se comunicar em rede/internet.

Dentro do projeto o EPS8266 faz a ponte entre todos os dados coletados pelos sensores presentes no protótipo e o aplicativo IoT EcoHome, informado ao usuário dados de temperatura interna e externa da residência, estado do sistema do seu telhado verde, turbidez da água armazenada e até mesmo se está chovendo em sua residência. Em conjunto com o microcontrolador EPS8266 foi aplicada outra técnica que dentro do universo da internet das coisas, o Blynk (uma plataforma que fornece a este sistema de controle e automação do telhado verde um servidor virtual em nuvem “WebServer” estável e seguro, que recebe os dados do sistema enviados a rede pelo EPS8266 e integra os mesmos ao aplicativo IoT EcoHome).

Figura 4 - Desenvolvimento Protótipo Telhado Verde



Fonte: Autor.



**Figura 5 - Desenvolvimento Protótipo Telhado Verde**



Fonte: Autor.

**Figura 6 - Automação da manutenção do sistema.**



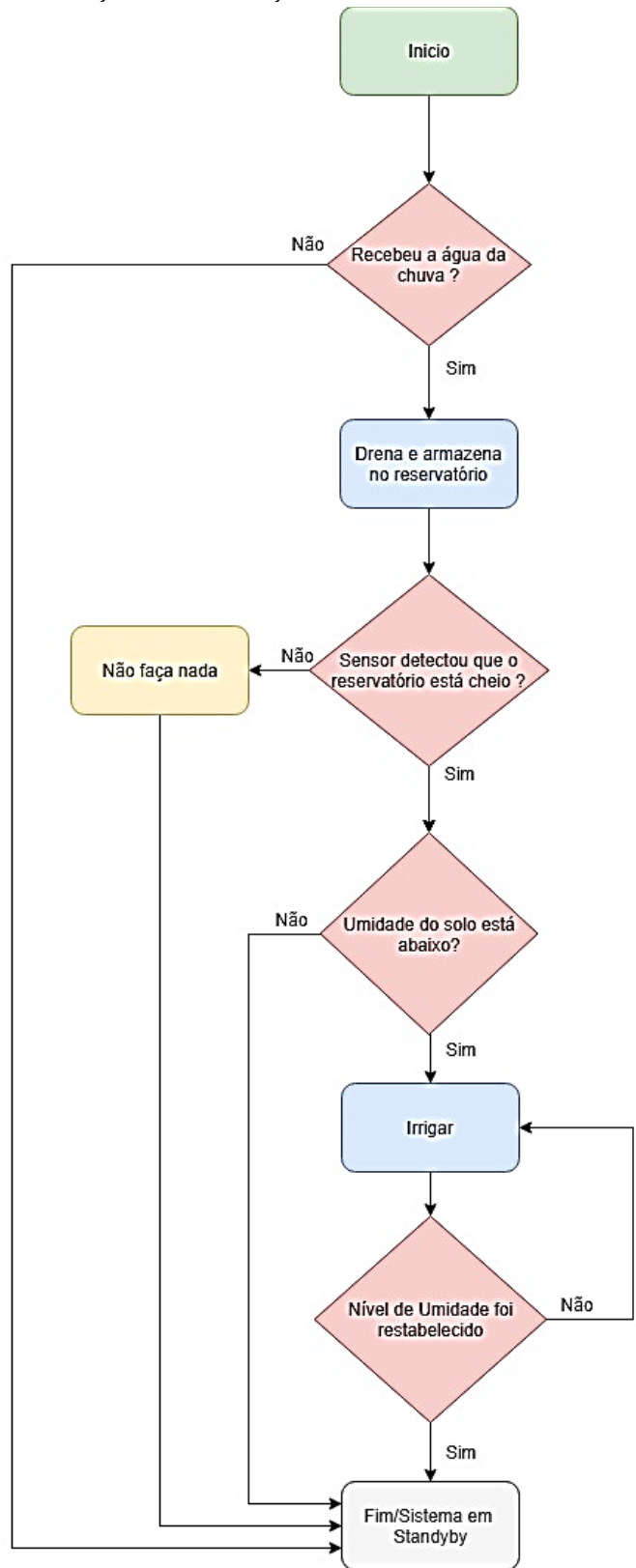
Fonte: Autor.

**Figura 7 - Tela do Aplicativo IoT EcoHome**



Fonte: Autor.

**Figura 8 - Fluxograma de programação do sistema de automação da manutenção do sistema de Telhado Verde**



Fonte: Autor.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto obteve êxito tanto nos campos de pesquisa quantitativa (obtendo um resultado satisfatório por parte da maioria dos entrevistados, mostrando que este projeto tem o potencial necessário para atingir o objetivo incentivar a aderência das pessoas ao sistema de telhado verde através da automação do processo de manutenção do mesmo) e na pesquisa laboratorial onde o protótipo provou a eficiência do sistema de automação desenvolvido ao longo deste projeto (podendo inclusive ser aplicado no mundo real, atendendo assim a demanda da desvantagem na manutenção que existe atualmente dentro do sistema de telhado verde).

Também foi possível conhecer de forma mais ampla todos os processos que envolvem a implantação de um sistema de telhado verde e todos os processos que envolvem o desenvolvimento de um sistema e dispositivo que envolva a internet das coisas.

## VI. REFERÊNCIAS

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

PECK, Steven. KUHN, Monica. **Design Guidelines for Green Roofs**. Toronto: National Research Council, 2001.

SACOMANO, José B.; GONÇALVES, Rodrigo et al. **Indústria 4.0**: conceitos e fundamentos. São Paulo: Blucher, 2018.