

# Plataforma autônoma de conectividade e sensoriamento para cidades inteligentes

Aluizio Ferreira da Rocha Neto<sup>1</sup>, Rafael Pereira Clemente<sup>2</sup>, Ramon Santos Malaquias<sup>3</sup>, Thais Alves de Freitas<sup>4</sup>

Instituto Metr pole Digital - UFRN

Natal, Brasil

aluizio@imd.ufrn.br<sup>1</sup>, rafaelpereirac@ufrn.edu.br<sup>2</sup>, rsantos22@gmail.com<sup>3</sup>, thaisalvesfr@gmail.com<sup>4</sup>

**O uso de solu es inteligentes para aplica es urbanas, como controle ambiental e segurança, tem sido foco de trabalhos para cidades inteligentes. Tais solu es devem envolver recursos compatíveis com a proposta de cidades inteligentes, isto  , que envolvam energia limpa, baixo custo e autonomia. Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma plataforma computacional aut noma que faz uso de um poste inteligente composto por painel solar para gera o de energia, sistema de sensoriamento baseado em Linux e open-hardware e mecanismos de conectividade sem fio, cujo propósito pode ser destinado a diversas aplica es.**

**Palavras-chave:** IoT; Energia Solar; Sensoriamento; Mesh

## I. INTRODU O

O desenvolvimento de solu es a partir de dispositivos de baixo custo, tais como Arduino e RaspberryPi, tem impulsionado a cria o de diversas aplica es para a Internet das Coisas (IoT) [1]. Nesse contexto, a Internet   a infraestrutura de comunica o universal que interliga todo tipo de dispositivo, geralmente carregados de sensores, que produzem diversos dados sobre os locais onde estão instalados. Muitas das aplica es da IoT são solu es para as chamadas cidades inteligentes, onde diversas informa es e serviços são providenciados para facilitar a vida dos cidadãos.

Paralelo a este cenário, estudos demonstram que a radia o solar que chega   terra   capaz de fornecer o correspondente a 10.000 vezes o consumo mundial de energia. A cidade de Natal, assim como outras próximas em zonas tropicais,   privilegiada com esta fonte de energia inesgotável e limpa. A es que aproveitem esse potencial energético são sempre requeridas, principalmente pela questão da sustentabilidade em nosso planeta.

Neste trabalho,   feito um experimento de gera o de energia elétrica através do uso de painel solar para alimentar uma plataforma computacional que provê conectividade com a Internet e sensoriamento para cidades inteligentes. Tal plataforma   disponibilizada aos cidadãos na forma de um conjunto de dispositivos instalados nos postes da cidade.

## II. ENERGIA SOLAR

Nos trópicos e zonas temperadas, onde se situam os desertos e as regiões áridas,   possível o total aproveitamento dos dias de sol, pois a umidade relativa   fraca, o céu   claro e praticamente sem nuvens. Devido a essa condi o, essa região   considerada privilegiada em termos de radia o e insola o, e   denominada de cinturão solar da Terra. [2].

O painel solar consegue reter mais radia o quando ele está direcionado para o sol, de modo a receber a incidência com o mínimo de obstáculos. Como em um sistema instalado fixo geralmente não há condi es para mudar o painel de

posi o ao longo do dia, recomenda-se que ele esteja orientado para o Norte Geográfico, caso esteja no Hemisfério Sul, e, quanto mais próximo ao Equador, o melhor posicionamento   o horizontal, porém com uma inclina o mínima para a drenagem da água na superfície externa do equipamento [3].

Para o experimento, foi utilizado um painel solar RENOGY de silício (Figura 1), modelo RNG-100D, potência máxima 100 W, tensão de máxima potência 18,9 V, corrente de máxima potência 5,29 A, tensão de circuito aberto 22,5 V e corrente de curto-circuito 5,75 A.



Figura 1: Painel solar RNG-100D.

Fonte: <https://www.renogy.com/renogy-100-watt-12-volt-monocrystalline-solar-panel/>

O painel são gera energia quando há incidência de raios solares no mesmo. Assim, para que o sistema funcione nos períodos noturnos ou muito nublado,   preciso armazenar a energia gerada pelo painel em baterias a fim de usar a sua energia nestes momentos. O controle da energia produzida e a armazenada em todo o sistema solar   gerenciado pelo controlador visto na Figura 2.



Figura 2: Controlador solar VS2024BN.

Fonte: <https://www.renogy.com/renogy-viewstar-20-amp-pwm-solar-charge-controller-with-lcd-display/>

Para proteger e englobar todo o sistema de controle, carga e alimenta o, foi construido em ferro, o poste com uma coluna sustentada por uma base de quatro apoios, fixos, e em seu topo, uma caixa devidamente isolada, porém facilmente acessível para manuten o, onde ficarão as baterias e demais equipamentos da soluço (Figura 3).

A medida que o módulo solar capta uma determinada quantidade de energia e esta não   consumida por todo o sistema, o controlador passa a energia excedente para a carga

de duas baterias chumbo-ácidas da marca UNIPOWER, cada uma com uma amperagem de 40A e tensão de 12v.



Figura 3: Estrutura principal do poste com o painel solar.

### III. SISTEMA DE SENSORIAMENTO

As aplicações da IoT são as mais variadas possíveis. Automação residencial, vestíveis, dispositivos médicos, carros inteligentes e sistemas urbanos inteligentes são exemplos de aplicações que estão provocando grandes impactos tecnológicos. Tudo isso é possível graças à evolução da eletrônica embarcada, que viabiliza a construção de *chips* cada vez menores, de baixo consumo energético e custo, além de um bom poder computacional. Aliada a isso, a disponibilização de plataformas abertas de hardware e software, tais como Arduino, RaspberryPI e Beaglebone, fez surgir a cultura do DIY (*Do It Yourself*), pela qual qualquer pessoa pode criar o seu protótipo de “coisa inteligente”, carregada de sensores e atuadores, gerando informações em tempo real e controlados remotamente pela Internet.

Neste projeto é proposto um sistema de sensoriamento baseado no microcomputador Beaglebone (Figura 4), o qual serve para gerenciar as condições de produção e consumo de energia e ser uma plataforma aberta para sensores e atuadores a serem usados no poste.

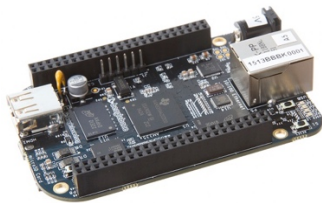


Figura 4: Placa BeagleBone Black.  
Fonte: <http://elinux.org/Beagleboard:BeagleBoneBlack>

O BeagleBone é considerado uma plataforma de desenvolvimento Linux de baixo consumo de energia, baixo custo e bastante simples, mesmo para aqueles com pouco conhecimento em *open-hardware*. Estão instalados no sistema e controlados pelo BeagleBone um sensor de gás e fumaça MQ-2, um sensor de umidade, um de temperatura DHT22 e um sensor de luminosidade LDR (*Light Dependent Resistor*).

### IV. CONECTIVIDADE DA SOLUÇÃO

A topologia pensada inicialmente para a rede dos postes seria uma rede sem fio do tipo ponto-multiponto. Nessa

topologia, todo o acesso à Internet é compartilhado a partir de algum equipamento sem fio multiponto, usando antenas omnidirecionais, a todos os outros pontos, no caso os postes, com antenas setoriais ou direcionais apontando para o equipamento multiponto.

Utilizando esta topologia, ao propor a construção de uma infraestrutura de conectividade capaz de cobrir todo um espaço físico, seja pequeno ou grande, como por exemplo um campus universitário ou toda uma cidade, surgem alguns problemas desafiadores, como capacidade de expansão da rede, custo de implantação e, principalmente, perda de conectividade ou falha do multiponto, já que a falha do mesmo faz cair toda a rede.

Analisando estes e outros aspectos, foi proposta a adoção da topologia e protocolos de redes *mesh*, na qual os nós (dispositivos que encaminham pacotes entre as redes), criam uma malha sem fio para comunicação entre si através do padrão IEEE 802.11s. Em tais redes em malha, os pacotes são encaminhados até o destino através de múltiplos saltos por qualquer nó que compõe a rede. O conjunto de protocolos das redes *mesh* determinam, de forma automática, o melhor caminho pelo qual os pacotes devem passar antes de chegar ao destino final.

A figura 5 mostra um exemplo genérico da topologia de uma rede *mesh*, na qual qualquer poste que tiver alguma forma de acesso à Internet poderá compartilhar este acesso com os outros postes.

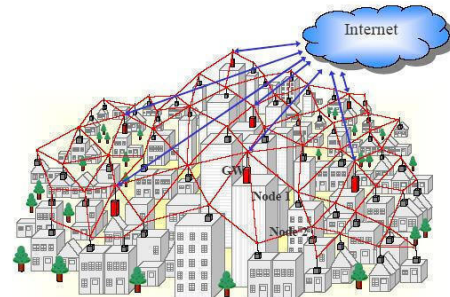


Figura 5: Exemplo de rede metropolitana em malha.  
Fonte: <http://webpage.pace.edu/ms16182p/networking/mesh.html>

### V. CONCLUSÃO

Até o momento, os resultados alcançados para a solução do poste inteligente são bastante animadores, pois é possível observar que a proposta tem grande potencial de aplicabilidade e aceitação. Aplicações como sistemas de monitoramento ambiental, como de temperatura e poluição, assim como sistemas de iluminação e segurança pública, que necessitem de um sistema de sensoriamento instalado em pontos estratégicos da cidade, são potenciais candidatos para uso desta infraestrutura autônoma computacional.

### REFERÊNCIAS

- [1] C. Pfister, “Getting Started with the Internet of Things,” O’Reilly, 2011.
- [2] A. M., Bezerra. “Aplicações Térmicas da Energia Solar”, 4ª ed. Editora Universitária: João Pessoa. 2001. P. 70 – 71.
- [3] S. S., Brito, “Energia Solar: Princípios e Aplicações”. Centro de Referências para Energia Solar e Eólica, 1999