

# UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

## FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA



### PROJETO GAIA

**Projeto de criação e implantação de uma rede de sensores infra estruturada do tipo *mesh* voltada a *Internet of Things* que inclui o controle de ativos de iluminação pública para Campus Inteligente e que possibilita alocação de rede por *Smart Devices* diversos**

#### Integrantes:

Paulo Denis Garcez da Luz (PhD)	180860
Mauricio Martins Donatti (MSc)	092374
Lucas Amorim Salvador Astini (Grad EE)	136594
André Felipe Suzano Massa (Grad EE)	134937
Sírius Roberto da Costa Gomes (Prefeitura Campus Unicamp – T.I.)	301752

# Sumário

<b>1. Introdução</b>	<b>2</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>4</b>
<b>3. Resultados</b>	<b>7</b>
3.1. Hardware desenvolvido	7
3.2. Sistema WEB para controle dos dispositivos	11
<b>4. Custo Aproximado</b>	<b>19</b>
<b>5. Conclusão</b>	<b>21</b>

# 1. Introdução

Gerenciar e controlar dispositivos é um problema comum na engenharia. Desde o surgimento dos sistemas embarcados e da evolução da automação industrial, a eletrônica vem migrando para uso de módulos mais complexos no desenvolvimento de sistemas, o que culmina no atual conceito de internet das coisas (IoT), com múltiplos dispositivos conectados e integrados de forma a tomar decisões inteligentes sem a necessidade de intervenção de um operador externo.

No caso do projeto do gerenciador de ativos de iluminação pública, o maior desafio encontra-se na grande complexidade da rede de iluminação pública. A cidade de Campinas, por exemplo, possui 92 mil pontos de luz nas vias públicas. Quando verificamos a cidade de São Paulo encontramos valores ainda maiores, atingindo 560 mil lâmpadas espalhadas pela cidade. Gerenciar e identificar falhas em uma quantidade tão grande de dispositivos, sem uma boa estratégia, é custoso e ineficiente.

O objetivo principal deste trabalho é o projeto de uma rede mesh sem fio, com os nós a serem instalados nos postes de luz. Além do gerenciamento de ativos da iluminação pública, que proporciona uma grande melhoria da logística de manutenção da rede de iluminação, inclui também a criação da infraestrutura de rede para conectividade de diversos sensores. Eis que surgiu o projeto Gaia, em uma parceria do Laboratório de Soluções em Eletrônica e Radiofrequência (LSERF) do prof. Leandro Tiago Manera com a prefeitura do Campus da Unicamp, sendo o projeto Gaia a “mãe” dos sistemas de sensores e atuadores inteligentes que darão forma ao nosso futuro Smart Campus.

O projeto é motivado também pela resolução da ANEEL que prevê que a partir de 31/12/2014 a gestão da iluminação pública passa a ser de responsabilidade dos municípios brasileiros, o que implica em uma drástica alteração na logística de manutenção, que anteriormente era de responsabilidade, em sua íntegra, das concessionárias de energia elétrica. Atualmente, boa parte dos municípios, como Campinas, conseguiram liminares para postergar a tarefa de manutenção do setor elétrico.

A rede inteligente desenvolvida, na qual cada ponto da rede será um ativo cadastrado com sua localização geográfica bem definida, permitirá o monitoramento de falhas e simplificará o trabalho da entidade responsável do campus pela manutenção. Os dispositivos nós da rede são capazes de verificar se existe uma falha na lâmpada e enviar a informação de forma sem

fio (wireless) para o roteador mais próximo. Este, por sua vez, envia os dados para o concentrador/gateway, que fará o elo de comunicação com a internet. Finalmente, o concentrador envia os dados para um banco de dados que pode ser consultado por aplicações web de alto nível, desenvolvidas para os usuários finais: a comunidade como um todo e os profissionais da Unicamp responsáveis pelo gerenciamento da iluminação do Campus.

O sistema é capaz de proporcionar relatórios de funcionamento e fornecer dados em tempo real, sendo também possível a atuação *on demand* na rede, bem como a atuação programada.

Quanto à robustez, o circuito atuador é projetado de forma a atuar em paralelo ao relé fotoelétrico já existente, possibilitando dois sistemas de controle das luminárias. Além de aumentar o grau de confiabilidade, a rede possui redundância de rotas para desvio de alguma falha local. Ademais, a rede possui um protocolo proprietário, reduzindo o fluxo de dados se comparado aos protocolos padrão de redes de comunicação. Finalmente, todas as mensagens trafegadas pela rede são criptografadas, aumentando significativamente a dificuldade de quebra de segurança.

O presente trabalho resultou na fabricação de algumas unidades protótipos compostas pelos sensores e pelos atuadores, sendo uma unidade microcontrolada e contendo um *transceiver* (nó) da rede *mesh*.

Após uma reunião com o setor do campus responsável pela iluminação, obtivemos uma estimativa muito próxima da realidade, que indica que a Unicamp possui em torno de 5 mil unidades de iluminação distribuídas por todo o campus. Como estamos tratando de um número muito elevado de dispositivos, o custo unitário é um fator importantíssimo a ser considerado. Ao final do projeto, que continua sendo desenvolvido pelo laboratório, estima-se que um custo viável para cada unidade de controle, monitoramento e nó *mesh* com o valor médio unitário de 50 dólares.

A rede se mostra uma alternativa viável para o gerenciamento de ativos, destacando que não existe nenhum sistema desses operante no Brasil.

**Palavras-chave:** Sensores e atuadores; Comunicação sem fio; Rede Mesh; Gerenciamento de ativos públicos, IoT, Cidades Inteligentes, Campus Inteligente;

## 2. Objetivos

Abordamos alguns aspectos principais sobre a problemática do sistema, implicando em desafios tecnológicos para o projeto proposto. O projeto tem a finalidade de construir um dispositivo que possa ser integrado nos pontos de iluminação pública, capaz de identificar defeitos na lâmpada, monitorar seu tempo de uso e atuar no sistema de iluminação, acendendo e apagando as lâmpadas.

O projeto proporciona um resultado secundário que vai ao encontro do conceito de cidade/campus inteligente: a criação de uma infraestrutura de rede para conectividade de diversos sensores e a possibilidade de atuação em tempo real ou programada em múltiplos sistemas. Os pontos de iluminação, pela sua quantidade e abrangência, seriam responsáveis pela formação da rede, e outros dispositivos poderiam ser conectados de forma segura e controlada (tal aspecto será contemplado no protocolo de comunicação). Vemos a rede de iluminação como alicerce para o futuro campus inteligente.

Tal projeto se baseia em algumas premissas tecnológicas que devem ser cumpridas ao longo do projeto. A seguir, as principais no quesito *hardware*:

- A manutenção de iluminação tem um custo elevado pela estrutura (movimentação de equipe treinada disponível com material), portanto o dispositivo deve ser robusto e com longa vida útil, superior aos relés fotoelétricos, lâmpadas e reatores do sistema;
- Os sensores e circuitos de condicionamento de sinais devem permitir identificar falhas para diversos tipos de lâmpadas e com potências diferentes, contemplando o parque de equipamentos como um todo. Na Unicamp, temos somente lâmpadas VS (Vapor de Sódio) de 250W em 220V, mas já estamos levando em consideração outras possibilidades para o projeto;
- O encapsulamento do dispositivo deve permitir um grau de proteção e impermeabilização elevado para o sistema, pois o *hardware* ficará exposto às intempéries climáticas. Inicialmente, fabricaremos a caixa em plástico ABS para impressora 3D, mas sabemos que uma versão final deve ser fabricada em PC (policarbonato), cujas características do material são mais apropriadas ao projeto;

- O dispositivo deve ser de fácil instalação - pois haverá uma grande quantidade de pontos a serem instalados - e discreto, evitando eventuais depredações;
- O *transceiver* da rede deve possibilitar um alcance de alguns postes (pela norma brasileira, a distância entre dois postes é de 35m). Dessa forma a rede possuirá redundância suficiente para rotear pacotes de dados mesmo com falhas em alguns dispositivos, seja por falta de energia elétrica ou por defeitos no *hardware*;
- Cada dispositivo deve ter um ID único, que será associado a uma posição geográfica no banco de dados e ao tipo de lâmpada que está conectado;

O que torna o projeto inteligente é a associação das funcionalidades do *hardware* com as possibilidades do *software*, bem como a tomada de decisão automática em algumas situações. A seguir, algumas características sobre o protocolo da rede e o *software* de interface com o usuário propostos para o sistema:

- A rede deve ser criptografada, impossibilitando que um analisador de pacotes (*sniffer*) consiga identificar diretamente as mensagens que são trocadas entre os dispositivos, protegendo o protocolo de comunicação;
- O protocolo de rede deve ser seguro, com a finalidade de evitar atuações indesejadas. Mesmo que um *sniffer* não consiga quebrar a criptografia, é possível copiar pacotes e retransmiti-los. O protocolo deve prever que tal situação possa existir e impedir a atuação nesses casos;
- Como planejamos que a instalação nos postes de iluminação componha a infraestrutura de rede para o Smart Campus, o protocolo deve contemplar a conexão controlada de dispositivos gerais, obedecendo todas as diretrizes pré-definidas no protocolo proprietário. Planejamos projetar um *shield*, de tal forma que o protocolo seja transparente para o usuário final e seja possível conectar outros dispositivos à rede;

As características a seguir estão mais relacionadas ao *software* de alto nível, com banco de dados e servidor hospedados em local externo ao *gateway*:

- Banco de dados com informações técnicas dos pontos instalados: lâmpada, reator e relé fotoelétrico (marca, potência, data de instalação, lote, etc), posição geográfica e ID do dispositivo da rede sem fio;

- Monitoramento de atividades dos postes: horário de on/off, detecção de falhas, atuação automática via *software* no caso de falhas;
- Tratamento dos dados de monitoramento: geração de relatórios sobre o parque tecnológico e do consumo estimado, geração de lista dos pontos que necessitam manutenção, geração de listas dos pontos com equipamentos obsoletos para manutenção preventiva, mapa para acompanhamento em tempo real do estado das lâmpadas e possibilidade de atuação via login (usuário e senha previamente cadastrados);
- Banco de dados para utilização de pontos que não sejam de iluminação pública, com campos de características pensando em aplicações genéricas. Tais dispositivos devem ser controlados por login (usuário e senha) diferentes do sistema de iluminação. A idéia é que a integração fique transparente para os usuários finais, mas ambos usem a mesma infraestrutura de rede;

Com a implementação dessa rede é possível o gerenciamento dos ativos de iluminação pública em tempo real. A melhoria da logística para a manutenção da rede de iluminação é, portanto, uma consequência da tecnologia usada. Ademais, torna possível a aquisição de dados em tempo real e a geração de relatórios de funcionamento. Finalmente, prevê também a instalação da infraestrutura de rede de sensores, que é o primeiro passo em direção às *Cidades e Campi Inteligentes*.

## 3. Resultados

Os resultados estão divididos em duas seções, sendo a primeira para o hardware desenvolvido, que encontra-se instalado em postes da Unicamp e em lâmpadas de teste dentro do Laboratório de Soluções em Eletrônica e Radio Frequência (LSERF) do prof. Leandro Tiago Manera. A segunda seção se destina ao sistema WEB desenvolvido para o monitoramento e controle dos dispositivos, explicando como se dá a interação dos usuários com os nós da rede de sensores e atuadores.

### **3.1. Hardware desenvolvido**

Desenvolvemos um dispositivo que é ligado aos postes, mais especificamente, no conjunto de iluminação, cuja instalação é realizada de maneira fácil. Seguimos os padrões brasileiros para a conexão de relés fotoelétricos, especificados na NBR-05123. No total, a equipe especializada de manutenção do Campus demora menos de um minuto para instalar um dispositivo em um poste, incluindo o tempo de fixação dos elementos de segurança obrigatórios.

Por enquanto, fabricamos a caixa em plástico ABS usando uma impressora 3D, e os conectores foram obtidos de relés fotoelétricos danificados, removidos pela equipe de manutenção.

Cada dispositivo compõe um nó de rede *mesh*, podendo dessa forma rotear pacotes de dados e se comunicar diretamente com o próximo poste. Nessa topologia, fazemos trafegar a informação de um poste ao outro, até o momento em que a informação chega ao concentrador.

A figura 1, abaixo, mostra o dispositivo construído dentro da caixa fabricada:



*Figura 1 - Caixa do dispositivo*

Dentro do encapsulamento temos os circuitos de sensoriamento (tensão e corrente), circuitos de atuação (dispositivos de estado sólido isolados por optoacopladores), um microcontrolador (que embarca o protocolo desenvolvido e realiza a interface entre o radio e os periféricos) e um radio sem fio (responsável por estabelecer a rede mesh). Por questões de confidencialidade (registros de software e patentes), os esquemáticos, PCBs e códigos fonte não serão inseridos no relatório.

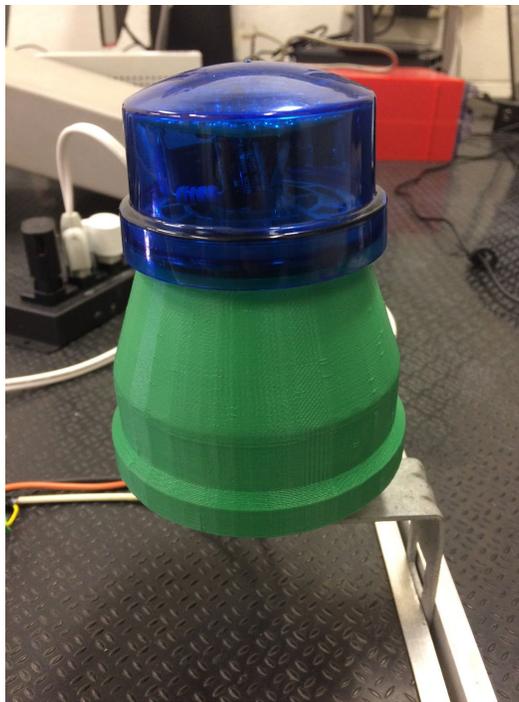
Seguindo os padrões, o dispositivo se conecta sobre uma base para relê fotoelétrico no padrão de três pinos (Neutro/Fase, Fase e Carga). Para manter a compatibilidade, mantemos o mesmo padrão de conexão no topo do dispositivo, para que seja acoplado um relê fotoelétrico convencional, aumentando a robustez do sistema de telegestão. O uso de tal relê não é obrigatório, pois o dispositivo pode ser comandado à distância, mas o software embarcado no microcontrolador recorre ao relê fotoelétrico em três situações:

- Caso seja telecomandado para seguir em modo automático, onde o relê externo que comanda o estado da lâmpada (acesa ou apagada);
- Caso o módulo de RF perca a conectividade com a rede sem fio por mais de 20 minutos, o microcontrolador passa ao modo automático sem necessidade de

intervenção externa, sendo essa a proteção necessária para que o sistema de iluminação continue funcionando caso haja um problema com a rede sem fio;

- No *power on* do dispositivo o microcontrolador inicia em modo automático e aguarda comandos de rede, evitando assim sobrecarregar a rede sem fio caso exista uma queda no fornecimento de energia elétrica;

Na figura 2, abaixo, vemos o dispositivo instalado em um suporte com o relê fotoelétrico conectado na parte superior, assim como a conexão é realizada no poste. As travas dos conectores seguem a mesma idéia das tomadas industriais, onde o travamento se dá ao girar os dispositivos.



*Figura 2 - Dispositivo no suporte*

Finalmente, vemos na figura 3, a seguir, o dispositivo instalado em um poste na Unicamp, na Rua dos Flamboyants (rua do restaurante RA e da Incamp), próximo a Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC).



*Figura 3 - Dispositivo instalado no poste*

O concentrador foi desenvolvido em um Linux embarcado (Beaglebone Black), conectado a um módulo de rádio e a um cabo de rede com conexão internet. O concentrador faz o gerenciamento e varredura dos dispositivos de rede, enviando e recebendo informações do banco de dados da prefeitura do Campus (PostgreSQL), servindo como gateway da rede do Campus Inteligente para os usuários que acessam os sistemas web interligados ao banco de dados.

Os dispositivos ainda estão em fase de testes e melhorias, entretanto os resultados já obtidos são satisfatórios e é possível inferir que os objetivos propostos no plano de trabalho e reforçados no relatório final foram atingidos com êxito.

### **3.2. Sistema WEB para controle dos dispositivos**

O sistema “Gaia IoT” foi desenvolvido para fazermos a gestão de todos os dispositivos, gerando relatórios de consumo estimado, entre outros. O desenvolvimento e a utilização do sistema Gaia estão de acordo com as normas estabelecidas pela resolução GR-052/2012 disponível na página da Procuradoria Geral:

[http://www.pg.unicamp.br/mostra\\_norma.php?id\\_norma=3256](http://www.pg.unicamp.br/mostra_norma.php?id_norma=3256)

O sistema possui cadastro de usuários para login, com tipos de acesso específicos para cada tipo de atuação no sistema. O sistema registra data de último acesso e ip dos usuários que logam no sistema. Veja a figura 4, abaixo:



A imagem mostra a interface de login do sistema Gaia IoT. No topo esquerdo, há o logotipo da Prefeitura de Unicamp, com o texto "PREFEITURA" ao lado. No topo direito, o título "Gaia IoT" e o subtítulo "Prefeitura - Informática" são exibidos. O corpo da tela contém a seguinte mensagem: "Atenção! O acesso a esse sistema é restrito". Abaixo disso, há o texto "Informe matrícula e senha:". Seguem dois campos de entrada: "Matrícula:" e "Senha:", cada um com um campo de texto adjacente. Abaixo dos campos, há um botão amarelo com o texto "Login". Na base da tela, o rodapé indica "UNICAMP - Prefeitura da Cidade Universitária - Informática".

*Figura 4 - Tela de login do sistema*

Ao logar no sistema, há diversas abas com todas as funcionalidades do sistema. São elas:

- **Configurações** - Configurações gerais do sistema, cadastros genéricos.
  - Configuração geral
  - Jobs
  - Componentes
  - Tipos de Componentes
  - Usuários
- **Administrativo** - Cadastro de dispositivos, postes, agendamentos.
  - Agendamento
  - Dispositivo de Telegestão (DTG)
  - Pontos de Iluminação (PI)
  - Postes
  - Características
  - Serviços
- **Telegestão** - Tela onde é exibido o mapa com todos os dispositivos e onde também é possível ver status e rodar comandos diretamente.
  - Painel de Telegestão
- **Relatórios** - Relatórios de consumo estimado de energia, entre outros.
- **Alterar Senha**
- **Sair**

## Agendamento

O módulo de agendamento permite ao usuário realizar o agendamento de comandos para serem enviados aos dispositivos de rede instalados nos pontos de iluminação (PI). Esse módulo permite o agendamento de comandos para PI individuais, áreas de PIs e para um conjunto de PIs escolhidos. Nesse caso, os agendamentos serão dos tipos *Agendamento Individual*, *Agendamento para Área* e *Agendamento Personalizado*. O agendamento dos comandos poderá ou não se repetir, em que, no caso de repetição, deverão ser consideradas as opções *Diariamente*, *Semanalmente* e *Mensalmente*. Um serviço (*job*) controla o envio dos comandos ao concentrador. Os comandos executados por agendamento são registrados no histórico de comandos de cada PI.

Na tela Administrativo → Agendamento, podemos cadastrar agendamentos de comandos. Veja as figuras 5 e 6, abaixo:



Figura 5 - Tela de agendamentos



Figura 6 - Cadastro de um agendamento

## Jobs

O módulo de jobs lista os jobs cadastrados no sistema. Conforme agendamento, o sistema executa o respectivo job. Atualmente, o sistema possui apenas um job, que irá verificar os comandos agendados e enviá-los para os dispositivos.

Pesquisar

Código Job:

**Pesquisar**

Resultados: 1

Ação:	Código Job:	Nome do Job:	Descrição:	Última data/hora executado:	E-Mails dos responsáveis:	Nome da Trigger:	Crontab Expression:	Ativo:
	1	tarefa1	Job para verificar os comandos agendados e enviá-lo para a tabela de consulta do concentrador	19/09/2017 - 11:23:00	ricardob@unicamp.br	cronTrigger1	0 23 11 * * ?	

Figura 7 - Cadastro de jobs

## TeleGestão

Este módulo apresenta os pontos de iluminação geolocalizados em um mapa. Este módulo contém um mapa de status para apresentar todos os pontos de iluminação representados por diferentes cores correspondentes ao status atual.

O mapa utiliza filtros que permitem reduzir a visualização de pontos no mapa para, por exemplo, mostrar os pontos por área, status ou concentrador. Este módulo apresenta um resumo do status atual do parque de iluminação.

Este módulo também permite a interação com os PI's por meio de comandos individuais e comandos *broadcast*. Tais comandos são registrados no histórico de comandos enviados. Veja as figuras 8 e 9, abaixo:

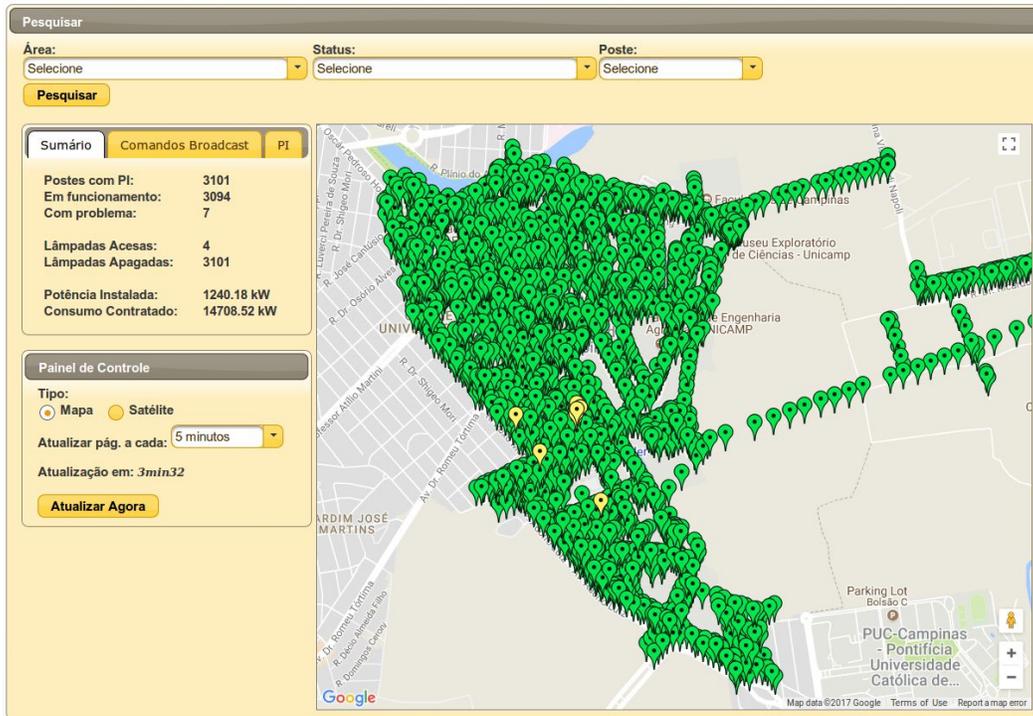


Figura 8 - Tela de TeleGestão

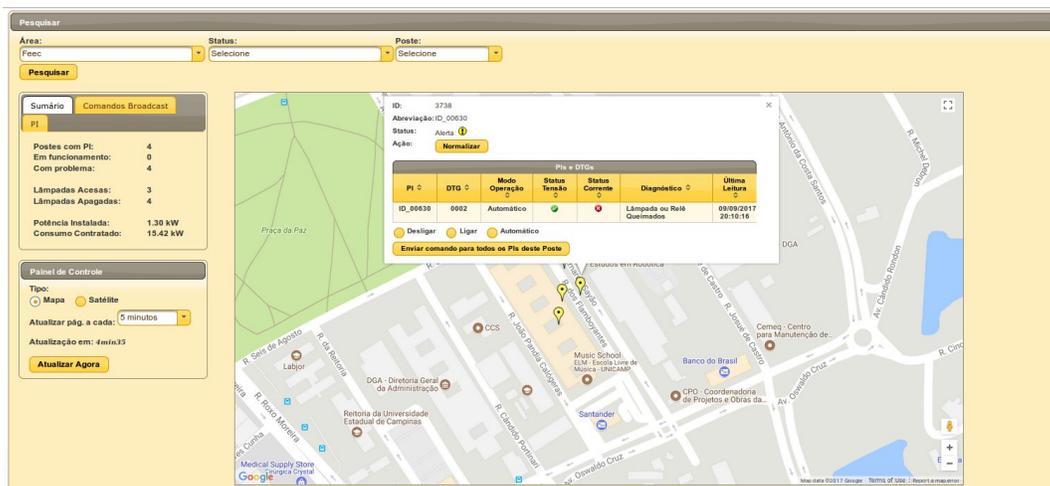


Figura 9 - Tela de TeleGestão (destaque para controle individual de ponto luminoso)

## Ponto de Iluminação (PI)

Representa o cadastro dos pontos de iluminação (PI) que serão gerenciados pela rede *mesh* e que comporão o parque de iluminação. É neste cadastro que o administrador do parque de iluminação realiza a inclusão, alteração e exclusão de PI's. Cada PI contém

informações como número de identificação, data de cadastro, localização (latitude/longitude e endereço), situação atual e dispositivo de TeleGestão (quando houver).

Este módulo permite que o PI seja associado a um poste. Ao selecionar o poste a ser vinculado, esse aparece em um mapa para facilitar a identificação. Cada PI pode conter os componentes que o compõe. O usuário do módulo poderá associar um conjunto de componentes (oriundos de um cadastro) a cada PI. O conjunto de componentes comporá a estrutura do PI. Veja as figuras 10 e 11 abaixo:

The screenshot shows the search results for 'Cadastro de Pontos de Iluminação (PI)'. The search criteria are: Área: Feec, Poste: LSERF, Dispositivo de Telegestão: Selecione. The results table is as follows:

Ação:	ID:	Abreviação:	Descrição:	Poste:	Área:	DTG:	Data de Instalação:	Modo de Operação:	Data/Hora para Início:	Status:
	3117	DTG03	DTG interno 0003	LSERF	Feec	0003	24/07/2017	Automático	Automático	Apagado
	3118	DTG07	DTG interno 0007	LSERF	Feec	0007	24/07/2017	Automático	Automático	Apagado
	3116	DTG08	DTG interno 0008	LSERF	Feec	0008	24/07/2017	Automático	Automático	Apagado
	3115	DTG09	DTG interno 0009	LSERF	Feec	0009	21/07/2017	Automático	Automático	Apagado

Figura 10 - Tela de Pontos de Iluminação (Listagem de pontos cadastrados)

The screenshot shows the 'Cadastro' form for a lighting point. The fields are filled with the following information:

- Abreviação: DTG03
- Descrição: DTG interno 0003
- Data de Instalação: 24/07/2017
- Potência de Operação: 100
- Poste: LSERF
- Área: Feec
- Dispositivo de Telegestão: 0003 - DTG v1.0
- Modo de Operação: Automático
- Status: Apagado

The 'Componentes' section shows a dropdown for 'Tipo Componente' and 'Componente', both set to 'Selecione'. Below this is a table with columns: Ação, Descrição, Marca, Fabricante, Tipo Componente. The table is currently empty, showing 'Nenhum componente encontrado'. There is also a map titled 'Local Poste' showing the location on a street grid.

Figura 11 - Tela de Pontos de Iluminação (Cadastro)

## Postes

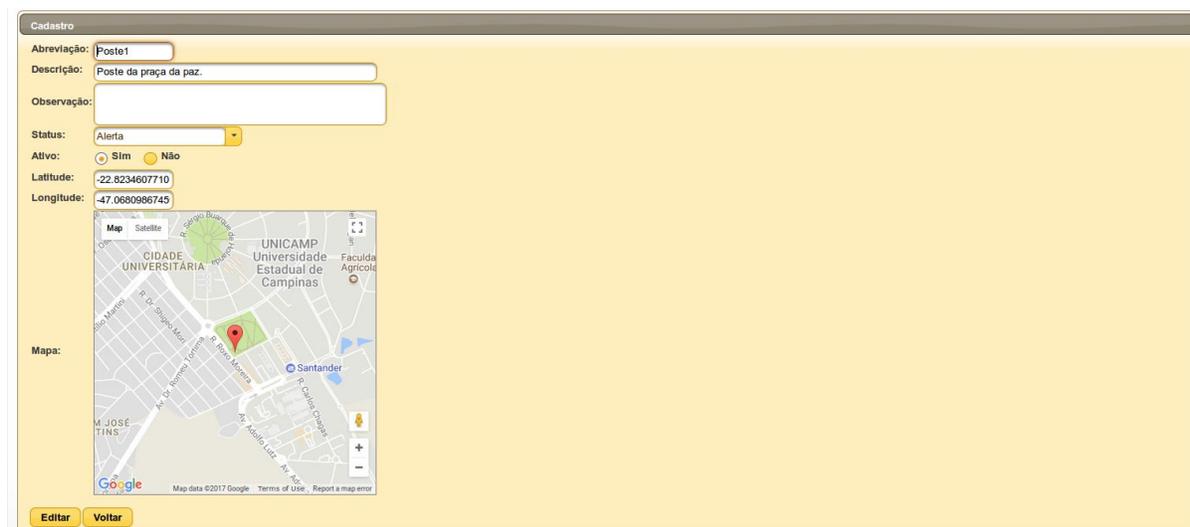
Este módulo representa o cadastro dos postes que receberão os pontos de iluminação. Este módulo contém informações de geoposicionamento a fim de representá-los em um mapa de telegestão. Os postes cadastrados estão associados a uma determinada área, o que permitirá que seus PI's sejam consultados e gerenciados em conjunto. O módulo permite a seleção da latitude e da longitude em um mapa para o posicionamento do poste. Veja as figuras 12 e 13 abaixo:



The screenshot shows the 'Cadastro de Postes' interface. At the top, there are logos for UNICAMP, Prefeitura, Gajalot, and FEEC. Below the logos is a navigation menu with buttons for Home, Configurações, Administrativo, TeleGestão, Relatórios, Alterar Senha, and Sair. The main content area is titled 'Cadastro de Postes' and contains a search form with fields for 'Abreviação', 'Descrição', and 'Status'. Below the search form is a table with 5 results. The table has columns for 'Ação', 'ID', 'Abreviação', 'Descrição', 'Status', and 'Ativo'. The data rows are as follows:

Ação:	ID:	Abreviação:	Descrição:	Status:	Ativo:
	4	Poste1	Poste da praça da paz.	Alerta	
	5	Poste2	Poste da FEEC	Normal	
	7	Poste4	Poste da Prefeitura	Alerta	
	8	Poste5	Poste do HC.	Alerta	
	6205	postex	Poste X	Normal	

Figura 12 - Tela de Postes (Listagem de postes cadastrados)



The screenshot shows the 'Cadastro' form for a post. The form has the following fields and values:

- Abreviação: Poste1
- Descrição: Poste da praça da paz.
- Observação: (empty)
- Status: Alerta
- Ativo:  Sim  Não
- Latitude: -22.8234607110
- Longitude: -47.0680966745

Below the form is a map showing the location of the post. The map is a Google Map of the area around UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas. A red pin is placed on the map, indicating the location of the post. The map shows streets, buildings, and green spaces. The map data is from 2017.

Figura 13 - Tela de Postes (cadastro)

## Dispositivo de TeleGestão

Representa o cadastro dos dispositivos de TeleGestão. Este cadastro deverá conter os dados básicos do DTG, por exemplo, descrição, endereço de rede, status, etc. Veja a figura 14 abaixo:

Cadastro de Dispositivos de Telegestão (DTG)

Cadastro

Descrição: DTG v1.0

Endereço de Rede: 0001

Status: Ativo

Observação: Instalado na FEEC - LSERF

Editar Voltar

Prefeitura - Informática

Figura 14 - Cadastro dos dispositivos

## Relatório de Consumo Estimado

Este relatório tem como objetivo mostrar ao usuário uma estimativa do consumo de energia a partir dos pontos de iluminação cadastrados. Após realizar uma pesquisa, o usuário visualiza o total de horas que um ponto de iluminação ficou ligado e o consumo total estimado para cada um dos pontos de iluminação.

Relatório de Consumo Estimado

Pesquisar

Data de Leitura: De: 01/07/2017 Até: 01/08/2017

Área: Feec

Poste: Seleccione

Dispositivo de Telegestão: Seleccione

Descrição:

Abreviação:

Pesquisar

Resultados: 7 ponto(s) de iluminação para 32 dia(s)

Abreviação:	Descrição:	Poste:	Área:	Dispositivo de Telegestão:	Potência de Operação:	Total de Horas Ligado:	Consumo Total Para Período:
DTG03	DTG Interno 0003	LSERF	Feec	0003	100.00	236 horas e 54 minutos	23.69 kWh
DTG07	DTG Interno 0007	LSERF	Feec	0007	100.00	0 horas e 57 minutos	0.10 kWh
DTG08	DTG Interno 0008	LSERF	Feec	0008	100.00	0 horas e 57 minutos	0.10 kWh
DTG09	DTG Interno 0009	LSERF	Feec	0009	100.00	1 horas e 50 minutos	0.18 kWh
ID_00404	Poste a esquerda do LAB	ID_00404	Feec	000A	250.00	180 horas e 9 minutos	45.04 kWh
ID_00630	Poste em frente ao LAB	ID_00630	Feec	0002	400.00	220 horas e 49 minutos	88.33 kWh
PI_H1	PI Holofote em frente LSERF	H0001	Feec	0005	250.00	113 horas e 43 minutos	28.43 kWh
Totais:					1.30 kW	755 horas e 21 minutos	185.87 kWh

Figura 15 - Relatório de consumo

## 4. Custo Aproximado

Como uma das premissas do projeto era desenvolver a estrutura de rede com dispositivos de baixo custo, elaboramos tabelas de custo aproximado do protótipo para as duas unidades desenvolvidas:

- O dispositivo Device da rede, que será instalado nos postes, responsáveis pelo estabelecimento da infraestrutura de rede;
- O dispositivo concentrador - gateway;

<b>Tabela 1: Custo Aproximado - Device da Rede</b>	
<b>Dispositivo</b>	<b>Valor (US\$)</b>
Microcontrolador	2.50
Transceiver de RF	12.00
Sensores	2.00
Componentes Condicionamento de Sinal	4.00
Componentes Atuadores	8.00
Caixa Impressa ABS	6.00
PCB fabricado	5.00
<b>Total (US\$)</b>	<b>39.50</b>

Ressaltamos que a montagem da placa foi feita de forma manual no próprio laboratório, e os conectores de acordo com a norma NBR05123 foram obtidos desmontando relés fotoelétricos queimados, obtidos junto à equipe do Campus da Unicamp responsável pela manutenção dos pontos de iluminação.

<b>Tabela 2: Custo Aproximado - Concentrador</b>	
<b>Dispositivo</b>	<b>Valor (US\$)</b>
Placa Linux Embarcado (Ex: Beaglebone Green Wireless)	55.00
Transceiver de RF	12.00
Placa Interface	2.00
<b>Total (US\$)</b>	<b>57.00</b>

Existem dispositivos de telegestão no mercado, porém a maioria é destinada ao controle de lâmpadas de LED, ou seja, não são para a mesma aplicação do protótipo desenvolvido no projeto Gaia em parceria com a prefeitura do Campus. Entretanto, como referência, os custos chegam de 300 a 400 dólares por unidade.

Além disso, esses dispositivos de telegestão encontrados no mercado servem puramente ao controle de lâmpadas, enquanto Gaia estabelece uma rede de comunicação para dispositivos genéricos que necessitem de baixo volume de dados para aplicações nas cidades inteligentes.

Com base nessas prerrogativas, o protótipo desenvolvido encontra-se dentro do requisito de baixo custo proposto no plano de projeto.

## 5. Conclusão

A proposta do projeto Gaia é de estabelecer a infraestrutura de rede de sensores e atuadores para o Campus Inteligente, baseado em dispositivos de telegestão de iluminação pública. Em cada poste é instalado um dispositivo que é repetidor da rede *mesh* para outros dispositivos, e, além disso, possui circuitos de sensoriamento e atuação que permitem controlar e monitorar o estado da lâmpada no poste. Instalamos alguns dispositivos em postes da Unicamp e mantemos alguns pontos em laboratório, realizando medidas e propondo melhorias para o projeto, que continua em desenvolvimento.

Foi desenvolvida uma interface web que se comunica com o concentrador dos dispositivos através de um banco de dados, permitindo a usuários o controle e monitoramento dos pontos de iluminação, sendo a rede sem fio transparente para estes usuários. Além de controlar e monitorar os pontos, é possível gerar relatórios detalhados com informações dos postes, como manutenções ou tempo ligado para um ponto de iluminação ou um conjunto de pontos, que podem ser cadastrados como um grupo/área.

Mesmo os dispositivos se encontrando em fase de testes os resultados obtidos são satisfatórios e é possível concluir que os objetivos propostos no plano de trabalho foram atingidos com êxito. Elaboramos uma análise dos custos dos protótipos, cumprindo o requisito de baixo custo proposto no plano de projeto.

Sendo assim, o projeto Gaia mostra-se apto a dar continuidade à infraestrutura do *Smart Campus*, e continuará recebendo melhorias e expansões de acordo com as necessidades dos alunos e dos funcionários, usuários estes do excelente laboratório vivo que é a Unicamp.