

## SAIR: Sistema Automatizado de Iluminação e Refrigeração

Jhennifer F. dos Santos\* Lucas R. de S. Morais\*\*  
Elen P. de S. Lobato\*\*\* Antonio R. M de Sousa\*\*\*  
Wellington da S. Fonseca\*\*\*\* Carminda C. M. de M. Carvalho\*\*\*\*

\* *Faculdade de Engenharia Elétrica e Biomédica, Universidade Federal do Pará (UFPA), PA (e-mail: jhennifer.santos@itec.ufpa.br).*

\*\* *Faculdade de Computação e Telecomunicações, UFPA (e-mail: lucas.morais@itec.ufpa.br)*

\*\*\* *Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE), UFPA (e-mails: elen.lobato@itec.ufpa.br, roniel@ufpa.br)*

\*\*\*\* *Instituto de Tecnologia (ITEC), UFPA (e-mail: fonseca@ufpa.br, carminda@ufpa.br)*

---

**Abstract:** With the increase in energy tariffs throughout Brazil, there was a great concern among public institutions with the impact of these readjustments in the total budget making it necessary to search for new ways to generate savings in energy consumption. From this scenario, it was developed the Automated System for Lighting and Cooling (SAIR), based on the concept of Internet of Things (IoT), using wifi connection in the system modules, access to the cloud and a web interface that allows users to remotely control the lighting and climate control of the environments of a public institution, aiming to provide the reduction of energy consumption, besides the financial savings and the remote monitoring of these equipments. Besides, the cost to produce a SAIR module is low, and because of this its investment has a fast financial return, which favors its implementation in large buildings.

**Resumo:** Com o aumento das tarifas de energia em todo Brasil, gerou-se uma grande preocupação entre as instituições públicas com o impacto desses reajustes no orçamento total fazendo com que fosse buscado novos meios capazes de gerar economia no consumo de energia. A partir desse cenário, foi desenvolvido o Sistema Automatizado de Iluminação e Refrigeração (SAIR), baseado no conceito de Internet das Coisas (IoT, do inglês Internet of Things), utilizando conexão *wifi* nos módulos do sistema, acesso a nuvem e uma interface web que permite aos usuários controlarem remotamente a iluminação e climatização dos ambientes, de uma instituição pública, visando fornecer a redução do consumo de energia. Além disso, destaca-se ainda que o custo para produzir um módulo do SAIR é baixo, dessa forma o seu investimento possui retorno financeiro rápido, favorecendo sua implementação em edificações de grande porte.

*Keywords:* Energy Saving; Lighting Automation; Refrigeration Automation.

*Palavras-chaves:* Economia de energia; Automação de iluminação; Automação de refrigeração.

---

### 1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é uma das fontes mais populares e a mais utilizada no mundo, segundo Menegotto e Giacobe (2017). Por conta disso, o consumo de energia elétrica tem se tornado uma grande problemática para a sociedade e para a natureza. De acordo com Chuah e Teoh (2020), uma das grandes preocupações mundiais da atualidade é como reduzir o consumo de energia elétrica e assim diminuir a geração de energia e seus impactos negativos ao meio ambiente.

Nesse contexto, uma das soluções empregadas é a automatização do controle de iluminação e refrigeração (ar-condicionados). A automação trata da integração de serviços e tecnologias que tem por finalidade tornar uma edificação automatizada e obter aumento em relação à

economia, segurança, conforto e praticidade segundo Sousa et al. (2019).

Uma das tecnologias adotadas é o IoT que obteve um crescimento intenso e veloz nas últimas décadas, pois possibilita o desenvolvimento de sistemas autônomos em diversas aplicações como, indústria, saúde e principalmente automação residencial Bradai et al. (2020).

Analisando historicamente, verifica-se que o desenvolvimento dos sistemas de automação se inicia no setor industrial e comercial, e depois passa a ser implementado para edificações residenciais Wortmeyer et al. (2005).

Em um primeiro momento, a automação industrial, ligada ao controle e à supervisão das linhas de produção, se deu de uma forma mais acentuada. Em seguida, surgiu a automação de edifícios comerciais, mais voltada às áreas

patrimonial e institucional, Teza (2002). Por fim, mais recentemente, observa-se a emergência da automação residencial.

Dentro desse contexto, esse trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um sistema de automação capaz de controlar o acionamento (liga e desliga) do sistema de iluminação e do sistema de ar-condicionado de forma remota, de uma instituição pública, através de uma interface web. Além desse controle através do sistema de automação é mantido o controle através dos interruptores de forma convencional, para que caso o sistema de automação fique *offline* ainda assim seja possível o acionamento das lâmpadas.

Em breve pesquisa realizada na literatura, constatou-se que a maioria dos trabalhos encontrados são de sistemas de automação que controlam um único sistema por vez, ou é iluminação ou é ar-condicionado. Dentre eles, pode-se citar Tófoli (2014), um sistema semelhante ao SAIR, que utiliza uma interface web para acionam lâmpadas, no entanto não há integração com sistema de ar-condicionado.

Em Oliveira e Petrek (2014) foi desenvolvido um sistema que controla o sistema de iluminação utilizando o microcontrolador MSP430G2553. O SAIR por sua vez utiliza o módulo de desenvolvimento Node-MCU ESP32, que é um microcontrolador de baixíssimo consumo de energia.

Por fim, em Romeiro da Silva e Costa (2016) foi desenvolvido um sistema de automação residencial que utiliza comunicação sem fio por meio da tecnologia *ZigBee* e gerenciado pelo protocolo *Simple Network Management Protocol* (SNMP), enquanto o SAIR utiliza protocolo MQTT (do inglês *Message Queue Telemetry Transport*), diretamente conectado a um *broker* em nuvem para comunicação com o Node-MCU ESP32.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O SAIR é composto por dois módulos de automação, sendo um módulo destinado ao controle do sistema de iluminação e outro destinado ao controle do sistema de ar-condicionado. Os módulos utilizando o microcontrolador ESP32 que pode ser considerado o dispositivo central do sistema, onde irá ocorrer o processamento dos dados, além de conectar e comunicar todos os componentes que o compõem. Além dos módulos, o SAIR também é composto por um *software* de interface responsiva que pode ser acessado tanto através de um dispositivo móvel, como um *smartphone*, por exemplo, como também através de um *desktop*. Através do *software* o usuário pode enviar comandos ON/OFF para as luminárias e ar-condicionados. Esses comando, por sua vez, são enviados para a nuvem *CloudMQTT* e posteriormente para os seus respectivos módulos. Destaca-se que é por causa da presença da nuvem que é possível realizar o acionamento de forma remota. Na Fig. 1 é possível visualizar a ilustração do SAIR.

A construção do SAIR como um todo pode ser subdividido em 4 etapas: a comunicação dos módulos com a nuvem, o *software* disponibilizado ao usuário e o sistema embarcado de iluminação e ar-condicionado. Tais etapas serão descritas a seguir.

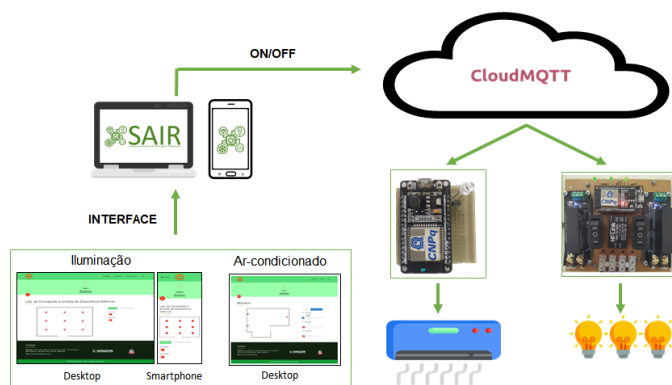


Figura 1. Sistema Automatizado de Iluminação e Refrigeração (SAIR).

### 2.1 Comunicação dos embarcados com a cloud

Os módulos que controlam o sistema de iluminação e refrigeração possuem o microcontrolador ESP32, a qual possui um código que se comunica com a nuvem *CloudMQTT* da seguinte maneira:

Ao iniciar o código presente na ESP32, verifica-se a existência de uma rede *Wi-Fi* configurada, caso não exista nenhuma rede, o microcontrolador entra no modo *Access Point* (AP) e passa a operar como se fosse um roteador onde outros dispositivos podem se conectar a ele e configurar uma rede *Wi-Fi* através da funcionalidade do *Wifi-Manager*. Enquanto, uma rede *Wi-Fi* não é configurada, o microcontrolador irá funcionar neste modo. Após a configuração de uma rede *Wi-Fi*, para que o microcontrolador possa se conectar, basta reiniciá-lo para que ele entre no modo de operação *station*.

Ao entrar no modo *station*, a ESP32 tenta se conectar à rede *Wi-Fi* previamente configurada e posteriormente tenta se conectar à nuvem. Caso todas as conexões sejam realizadas com sucesso, o sistema fica então aguardando o recebimento de um comando (liga/desliga) através da nuvem. O acionamento do sistema de iluminação é realizado através de relés e o acionamento do sistema de refrigeração, é feito através de um sinal infravermelho (IR, do inglês *Infra-Red*). A Fig. 2 ilustra o diagrama de fluxo do código criado.

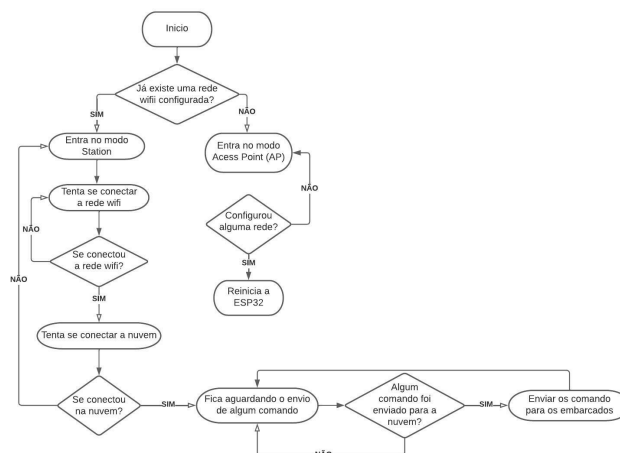


Figura 2. Diagrama de conexão com a cloud.

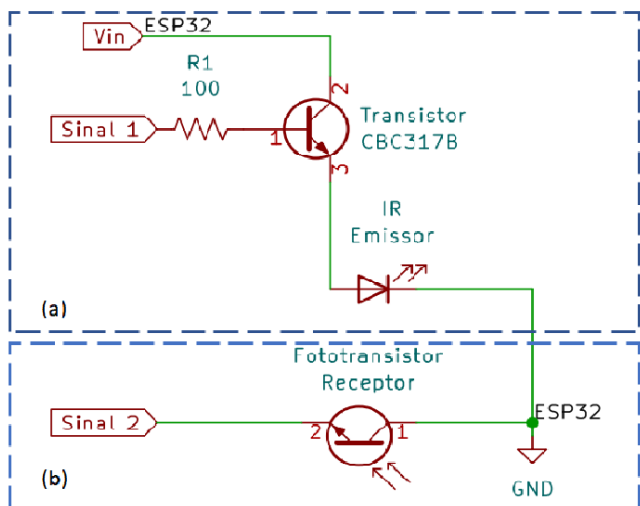


Figura 3. Circuito embarcado do sistema de ar-condicionado.

Tabela 1. Componentes do módulo.

Componentes	Quantidade	Valor
ESP32	1	R\$ 66,00
Fototransistor IR	1	R\$ 1,10
IR led coletor	1	R\$ 1,50
Transistor NPN	1	R\$ 3,40
Resistor de 100Ω	1	R\$ 0,75
Placa de fenolite perfurada	1	R\$ 16,00

### 2.2 Sistema de Automação da Refrigeração (SAR)

Foi projetado um módulo que permite controlar o acionamento do ar-condicionado a partir da emissão de sinais infravermelhos, o qual é utilizado para comunicação de equipamentos de refrigeração existentes no mercado. Para isso, o sistema construído conta com um circuito responsável por clonar esses sinais utilizando um fototransistor IR 5mm Fig. 3b e outro por enviar os comandos desejados utilizando um LED infravermelho e um transistor NPN Fig. 3a.

O código presente na ESP32 utiliza a biblioteca padrão "IRremoteESP8266.h" que é específica para clonar os sinais RAW (receptor) e enviar (emissor) sinal infravermelho com o microcontrolador modificando, apenas, valores de algumas variáveis. Permitindo, assim, que o ar-condicionado seja controlado remotamente.

Os componentes que foram utilizados nesse sistema estão na Tabela 1. O valor gasto para sua construção está em cerca de R\$ 88,75. Inicialmente o SAR foi instalado em apenas um ambiente da instituição, porém brevemente ele será instalado em mais 23 ambientes da edificação. A construção dos módulos para esses outros ambientes custará o valor médio total de R\$ 2.041,25. Vale ressaltar que esses valores não consideram o custo de instalação.

### 2.3 Sistema de Automação da Iluminação (SAI)

Para a automação da iluminação foi projetado um sistema que possui dois tipos de acionamento: o de forma remota por meio da plataforma desenvolvida e a presencial por meio do interruptor (convencional) de controle manual. Essa funcionalidade foi pensada para os casos em que o sistema esteja sem conectividade a internet ou o usuário sem acesso a plataforma do SAIR. Dessa forma é garantida a disponibilidade do sistema.

A instalação do módulo no circuito de iluminação dos ambientes é feita de modo não invasivo, sendo conectado em série com a fase da rede elétrica. A Fig. 4 ilustra a comparação do esquemático de ligação entre o acionamento da carga, representada por apenas uma lâmpada, utilizando interruptores convencionais e a ligação do SAI junto a essa carga, onde a única diferença entre os sistemas é a conexão do neutro no módulo de automação, em razão da conversão de 127 V para 5V feita pela fonte de tensão.

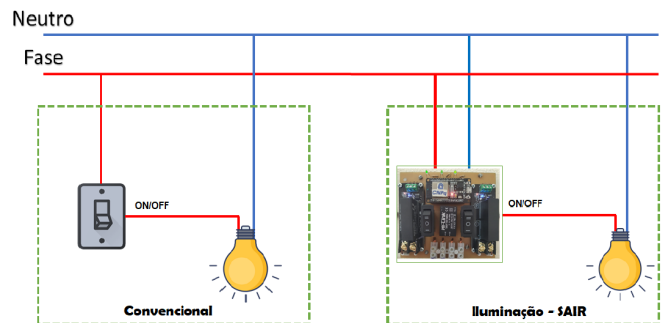


Figura 4. Conexão do SAI com a rede.

O circuito do SAI (Fig. 5) é composto por quatro equipamentos principais, são eles:

- Módulo de desenvolvimento Node-MCU ESP32 Fig. 4: o cérebro do sistema responsável por receber e enviar todos os comandos;
- Módulos Relés eletromecânicos de 15 A 120 VAC (Fig. 5a): são os atuadores do sistema, pois são eles que irão receber os comandos da nuvem para ligar ou desligar as lâmpadas;
- Fonte de tensão: que converte 127 V para 5 V para a alimentação do módulo Node-MCU ESP32 e os módulos relés (Fig. 5c);
- Interruptores de três estados: permitem a funcionalidade dos dois tipos de acionamentos (manual e automatizado);
- LEDs: é a sinalização visual do SAI, composta por 3 LEDs que acionam, independentemente, sinalizando quando o sistema está ligado, conectado à internet e conectado à nuvem (Fig. 5d).

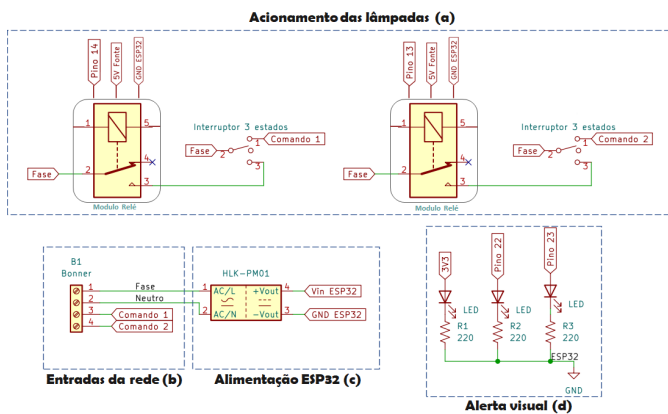


Figura 5. Circuito embarcado do SAIR.

Os componentes utilizados no SAIR estão na Tabela 2, sendo seu custo em torno de R\$ 180,00. Para a construção dos módulos das 23 salas da instituição o custo, torna-se em média de R\$ 4.140,00.

Tabela 2. Componentes do SAIR.

Componentes	Quantidade	Valor total
Módulo Relé	2	R\$ 38,00
ESP32	1	R\$ 66,00
Conversor de tensão AC/DC Hi-Link 5 W	1	R\$ 42,90
Placa de fenolite perfurada	1	R\$ 6,00
Chave gangorra (3 posições)	2	R\$ 8,00
Resistor de 100Ω	3	R\$ 2,25
LED	3	R\$ 1,20
Bonner	1	R\$ 7,00

#### 2.4 Software do SAIR

Para construção da interface web do usuário, ou seja, o *front-end*, foram utilizadas as ferramentas padrões da web como HTML (*Hypertext Markup Language*), a linguagem de estilos CSS (*Cascading Style Sheets*). Além da linguagem de programação *JavaScript* em conjunto com *framework JQuery* o que torna a adição de animações e interatividade ao usuário muito mais simples de ser feita, de acordo com OpenJS Foundation (2022).

Na interface do usuário é possível realizar cadastros individuais, visualizar os ambientes através de sua respectiva planta baixa, visualizar a quantidade e disposição da rede de iluminação e refrigeração do ambiente selecionado, conforme mostra a Fig. 6. Toda regra de negócio aplicada na interface do usuário está codificada no *back-end*, ou seja, no lado do servidor do sistema, incluindo controle e comunicação com módulo de automação.

Para construir o *back-end* de forma simples, escalável e de fácil manutenção, foi utilizada a linguagem de programação PHP (*Hypertext Preprocessor*) por meio do *framework Laravel*. O *Laravel* utiliza o padrão de arquitetura de *software MVC (Model-View-Controller)* para o desenvolvimento de aplicações web, minimizando, assim, a escrita manual de códigos, e possibilitando a apresentação e interação de dados do sistema Monteiro et al. (2020).

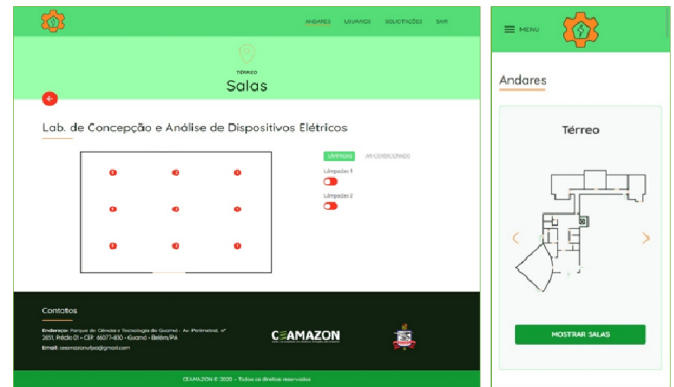


Figura 6. Interface do SAIR.

O acesso ao *broker* MQTT, que permeia o módulo de automação e web, é realizado utilizando *WebSocket*, sendo esse último uma tecnologia que permite a comunicação bidirecional por canais *full-duplex* sobre um único soquete *Transmission Control Protocol*. Ele é projetado para ser executado em *browsers* e servidores *web* que suportem o HTML5, porém pode ser usado por qualquer cliente ou servidor de aplicativos, segundo o Mozilla Corporation (2022).

Sucintamente, no *back-end*, ocorre o envio e o recebimento das informações por meio da inscrição e subscrição nos tópicos correspondentes a cada ambiente, o fluxo ocorre da seguinte forma: com *start* da interface web ocorre a primeira e única conexão com o *broker* MQTT. Essa conexão com o *broker* se mantém desde que a conexão com a internet se mantenha. Após selecionado o ambiente desejado e a partir do acionamento de qualquer dos dispositivos listados, uma *string* é enviada ao *back-end* que por sua vez publica essa *string* no tópico correspondente, tornando visível quase instantaneamente a todos os clientes inscritos no tópico, que neste caso serão os módulos dos sistemas embarcados com a ESP32.

### 3. RESULTADOS

Dois módulos do SAIR foram instalados em um dos laboratórios do Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia (CEAMAZON), localizado Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá (PCT-Guamá) da Universidade Federal do Pará (UFPA), a fim de auxiliar na economia do consumo de energia elétrica da instituição. O consumo total de energia do prédio do CEAMAZON é em média 6.586,59 kWh, conforme mostra a Tabela 3 elaborada com base nos dados obtidos através do Sistema de Gestão de Energia Elétrica (SIGGEE). O consumo de energia mostrado corresponde ao período entre 01/09/2018 e 31/09/2019, antes da pandemia.

A climatização representa um consumo significativo dentro das edificações que, segundo Rocha (2020), gira em torno de 65% do consumo total. Já para a iluminação, esse custo é aproximadamente 18% em edifícios, de acordo com a literatura U.S. Energy Information Administration (2017, 2022) e Center for Climate and Energy Solutions (2011). A partir disso, é possível estimar a quantidade mensal, durante 1 ano, de energia consumida por esses

equipamentos no CEAMAZON como mostra a Tabela da Figura 7.

Tabela 3. Dados de consumo do CEAMAZON.

Mês	Consumo Atual (kWh)
Setembro	7.409,50 kWh
Outubro	7.843,34 kWh
Novembro	8.484,01 kWh
Dezembro	5.560,50 kWh
Janeiro	5.184,27 kWh
Fevereiro	5.508,66 kWh
Março	6.187,68 kWh
Junho	7.405,60 kWh
Julho	5.371,49 kWh
Agosto	6.069,01 kWh
Setembro	7.879,79 kWh
Média	6.586,59 kWh

Mês	Consumo Atual em kWh	Consumo Iluminação em kWh (18%)	Consumo Ar-condicionado em kWh (65%)
Setembro	7.409,50	1.333,71	4.816,18
Outubro	7.843,34	1.411,80	5.098,17
Novembro	8.484,01	1.527,12	5.514,61
Dezembro	5.560,50	1.000,89	3.614,33
Janeiro	5.184,27	933,17	3.369,78
Fevereiro	5.508,66	991,56	3.580,63
Março	6.187,68	1.113,78	4.021,99
Abril	5.963,30	1.073,39	3.876,15
Maió	6.758,54	1.216,54	4.393,05
Junho	7.405,60	1.333,01	4.813,64
Julho	5.371,49	966,87	3.491,47
Agosto	6.069,01	1.092,42	3.944,86
Média	6.128,35	1.103,10	3.983,42

Figura 7. Consumo do CEAMAZON durante 12 meses.

Para calcular a economia de energia mensal que pode ser gerada após a instalação do SAIR nos 23 ambientes do prédio do CEAMAZON, foram aplicados os seguintes valores percentuais de economia encontrados na literatura: no sistema de iluminação, considerou-se 20% de acordo com Kaminska e Ozadowicz (2018), Williams et al. (2012) e Delvaeye et al. (2016). Já na automatização do ar-condicionado é possível gerar uma economia de 33,84% no consumo de energia, segundo Rocha (2019). Dessa forma, foram gerados os gráficos da Fig. 8 e Fig. 9 após a implementação do SAIR nos 23 ambientes.

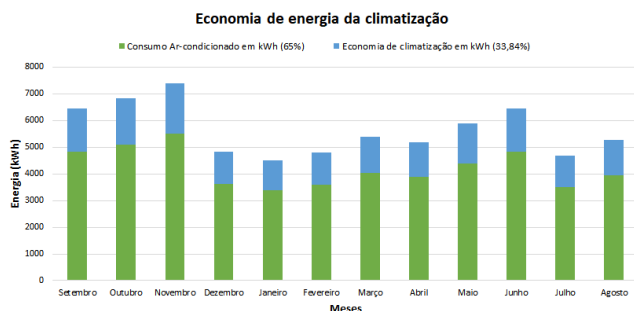


Figura 8. Economia de climatização em kWh durante 12 meses.

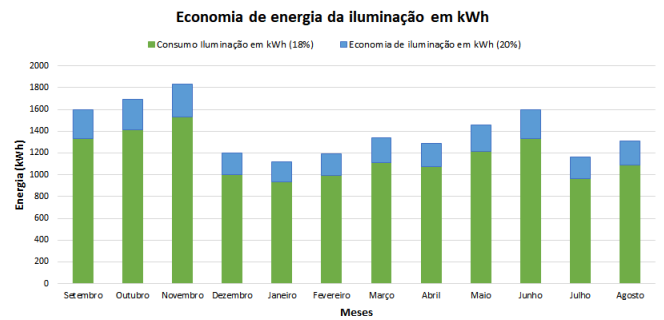


Figura 9. Economia de iluminação em kWh de 12 meses.

A partir da implementação do SAIR, é perceptível a economia na fatura total da instituição tendo o valor médio economizado de R\$ 3.542,60 para a climatização e R\$ 579,80 para a iluminação no período de ponta da tarifa que em 2019 foi de R\$ 2,62 a cada kWh, em comparação com o período de fora do horário de ponta da tarifa custando R\$ 0,30 a cada kWh, onde o valor médio foi de R\$ 413,35 para climatização e R\$ 67,65 para a iluminação. Dessa forma, quanto maior a tarifa cobrada pela concessionária, maior a economia fornecida pelo sistema, os custos mensais de energia economizados no período de ponta da tarifa podem ser vistos na Fig. 10 e Fig. 11.

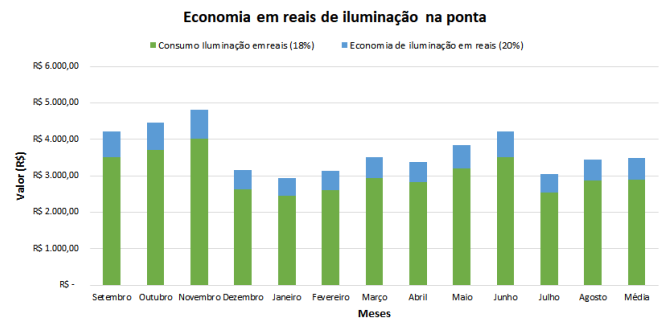


Figura 10. Economia de iluminação em reais na tarifa de horário de ponta de 12 meses.

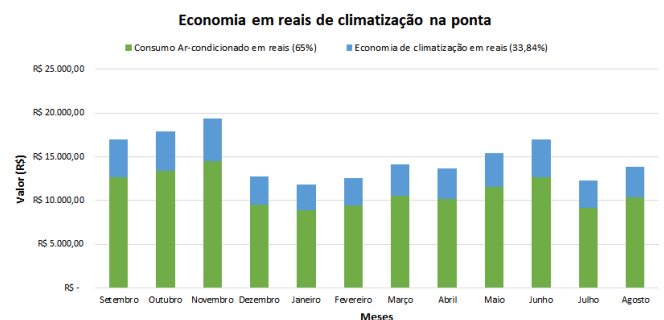


Figura 11. Economia de climatização em reais na tarifa de horário de ponta de 12 meses.

Vale ressaltar que o consumo de energia elétrica do SAIR é desprezível comparado a carga da instituição. Dessa forma, considerando que o custo do SAIR é a soma do SAI e SAR, tem-se um gasto total para a implantação do sistema de R\$ 6.181,25 para o CEAMAZON, sendo a economia anual gerada cerca R\$ 58.400,06. Assim, o tempo de retorno do investimento é de aproximadamente um mês,

segundo cálculo do *Payback* descontado que consiste na consideração do tempo e de taxas para estimar o tempo necessário de recuperação do investimento feito. A Fig. 12 apresenta o tempo e o retorno em reais após 4 anos de implementação do SAIR utilizando a Taxa Selic.

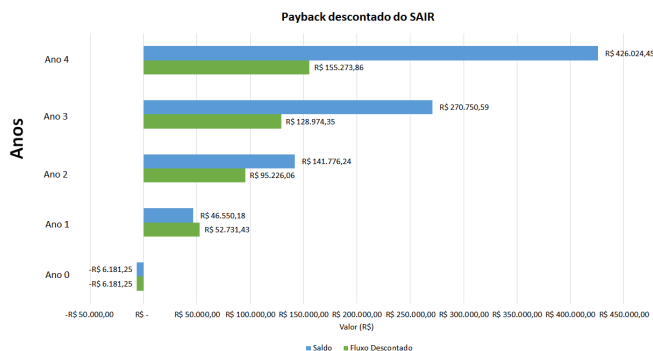


Figura 12. *Payback* descontado do SAIR.

#### 4. CONCLUSÃO

Neste Trabalho foi descrito o desenvolvimento do SAIR, onde segundo a análise feita na seção de resultados, há uma economia significativa na fatura de energia da instituição pública, fornecida pela implementação do dispositivo. Além disso, devido ao SAIR ser constituído de equipamentos com bom custo seu período de *Playback* (tempo necessário para recuperar o custo de um investimento) é pequeno, apenas de meses. Dessa forma o sistema se paga em menos de um ano, mostrando, assim, as vantagens possibilitadas pelo sistema de automação proposto.

#### REFERÊNCIAS

Bradai, S., Bouattour, G., Naifar, S., e Kanoun, O. (2020). Electromagnetic energy harvester for battery-free iot solutions. In *2020 IEEE 6th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, 1–5. New Orleans, USA. doi:10.1109/WF-IoT48130.2020.9221051.

Center for Climate and Energy Solutions (2011). Climate techbook: Lighting efficiency. Acessado em: 02 fev 2022. URL <https://www.businessperformance.org/article/climate-techbook-lighting-efficiency>.

Chuah, F.K. e Teoh, S.S. (2020). Thermal sensor based human presence detection for smart home application. In *2020 10th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)*, 37–41. Penang, Malaysia. doi:10.1109/ICCSCE50387.2020.9204940.

Delvaeye, R., Ryckaert, W., Stroobant, L., Hanselaer, P., Klein, R., e Breesch, H. (2016). Analysis of energy savings of three daylight control systems in a school building by means of monitoring. *Energy and Buildings*, 127, 969–979. doi:10.1016/j.enbuild.2016.06.033.

Kaminska, A. e Ożadowicz, A. (2018). Lighting control including daylight and energy efficiency improvements analysis. *Energies*, 11(8). doi:10.3390/en11082166.

Menegotto, M.L.A. e Giacobe, M.P. (2017). Estudo do custo e consumo de energia elétrica em uma instituição de ensino superior. In *XVII Mostra de Iniciação Científica, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão-Universidade de Caxias do Sul (UCS)*, 1–9.

Monteiro, D.W.M., Tabora, J.M., Paixão, U.C., Lobato, E.P.S., Sousa, A.R.M., Carvalho, C.C.M.M., e Tostes, M.E.L. (2020). Desenvolvimento de aplicação web para gerenciamento e eficiência de sistema de iluminação. In *XXIII Congresso Brasileiro de Automática (CBA 2020)*. doi:10.48011/asba.v2i1.1454.

Mozilla Corporation (2022). WebSocket Object Documentation. Acessado em: 01 fev 2022. URL <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSocket>.

Oliveira, D.V.G. e Petrek, F.J. (2014). *Sistema De Automação Residencial Controlado Via Web*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

OpenJS Foundation (2022). jQuery API Documentation. Acessado em 01 Fev 2022. URL <https://api.jquery.com>.

Rocha, F.B. (2019). *Sistema para controle inteligente de recursos em ambiente de IoT*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil.

Rocha, P. (2020). *Edificações com consumo de energia próximo a zero (NZEB): modelagem de desempenho de eficiência energética e análise do impacto no sistema de distribuição de energia elétrica do Distrito Federal*. Relatório de Iniciação Científica, Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Brasília, Brasil.

Romeiro da Silva, W. e Costa, F.S. (2016). Monitoramento residencial utilizando o zabbix e o padrão IEEE 802.15.4. *Holos*, 1, 253–262. doi:10.15628/holos.2016.2439.

Sousa, A.R.M., Santos, P.R., Fonseca, W.S., Manito, A.R.A., Araújo, R.C.F., e Lobato, E.P.S. (2019). Residential automation and energy efficiency: a case study. *Brazilian Journal of Development*, 5(8), 13086–13101. doi:10.34117/bjdv5n8-124.

Teza, V.R. (2002). *Alguns Aspectos Sobre a Automação Residencial – Domótica*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Tófoli, R.J. (2014). *Casa Inteligente – Sistema De Automação Residencial*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, Brasil.

U.S. Energy Information Administration (2017). Trends in lighting in commercial buildings. Acessado em: 02 fev 2022. URL <https://www.eia.gov/consumption/commercial/reports/2012/lighting>.

U.S. Energy Information Administration (2022). How much electricity is used for lighting in the United States? (FAQs). Acessado em: 02 fev 2022. URL <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=99&t=3>.

Williams, A., Atkinson, B., Garbesi, K., Page, E., e Rubinstein, F. (2012). Lighting controls in commercial buildings. *LEUKOS*, 8(3), 161–180.

Wortmeyer, C., Freitas, F., e Cardoso, L. (2005). Automação residencial: Busca de tecnologias visando o conforto, a economia, a praticidade e a segurança do usuário. In *II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGeT'2005)*, 1064–1067.