



ARDOIF: SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO E MONITORAMENTO DE APARELHOS DE AR-CONDICIONADO

Autores: Claiton Marques Correa¹, Fernando Luis de Oliveira²,
Natalya Marjana Goelzer³, Marcos Vinnicius Martins⁴,
Toni Ferreira Montenegro⁵

1 Instituto Federal Farroupilha – Campus São Borja | claiton.correa@iffarroupilha.edu.br

2 Instituto Federal Farroupilha – Campus São Borja | fernando.oliveira@iffarroupilha.edu.br

3 Instituto Federal Farroupilha – Campus São Borja | natalyagoelzer@hotmail.com

4 Instituto Federal Farroupilha – Campus São Borja | gronytzki@gmail.com

5 Instituto Federal Farroupilha – Campus Avançado Uruguiana | toni.montenegro@iffarroupilha.edu.br

ARDOIF: SISTEMA PARA AUTOMAÇÃO E MONITORAMENTO DE APARELHOS DE AR-CONDICIONADO

*Claiton Marques Correa,
Fernando Luis de Oliveira,
Natalya Marjana Goelzer,
Marcos Vinnicius Martins,
Toni Ferreira Montenegro*

RESUMO

Os recursos naturais são escassos e carecem de políticas de sustentabilidade que busquem reduzir o impacto do ser humano no meio ambiente. Considerando a importância de ações sustentáveis e a relevância do uso adequado das fontes de energia, o projeto Ardoif tem como objetivo principal utilizar a automação para auxiliar o controle de acesso aos aparelhos de ar-condicionado do Instituto Federal Farroupilha, *campus* São Borja. A implementação do projeto é motivada também pelo gasto elevado com energia elétrica no *campus*, ocasionado pela ausência de controle do funcionamento dos climatizadores. A metodologia de trabalho envolveu o mapeamento do parque de máquinas do *campus*, identificando a marca e o modelo de cada equipamento, bem como sua capacidade de refrigeração e a intensidade da corrente (amperes), além da identificação dos códigos infravermelhos de ações como ligar, desligar, trocar temperatura, entre outras. O dispositivo construído, utilizando a placa de prototipagem eletrônica NodeMCU (ESP-8266) e sensores, é capaz de controlar os aparelhos de ar-condicionado e monitorar o consumo energético destes. Uma aplicação web foi desenvolvida para integrar o dispositivo com os condicionadores de ar e permitir o controle de acesso aos aparelhos, o armazenamento das ações realizadas pelos usuários no sistema, o monitoramento e acompanhamento do consumo energético e para possibilitar a programação dos horários de funcionamento dos condicionadores. O projeto encontra-se em expansão no *campus*, as etapas de mapeamento e construção do dispositivo foram concluídas. Atualmente, o projeto encontra-se na fase de implantação do dispositivo nas salas.

Palavras-chave: Automação. Domótica, Sustentabilidade. Meio ambiente. Ar-condicionado.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico tem provocado rápidas mudanças na sociedade. Os avanços proporcionados por esse desenvolvimento visam contribuir para que os seres humanos realizem suas tarefas com maior facilidade e eficácia, e são representados por novas ferramentas, processos, software, entre outros.

O foco da indústria, no decorrer dos últimos anos, tem sido o desenvolvimento de tecnologias que reduzam o impacto da ação do homem no meio ambiente, fazendo o uso mais consciente dos produtos gerados pelo desenvolvimento tecnológico, principalmente aqueles que requerem recursos naturais para sua produção e/ou seu uso impacta no meio ambiente.

Uma alternativa que pode ser explorada para a otimização de processos e potencial redução do impacto negativo da ação do homem no meio ambiente, é a automação.

Por definição, automação é um sistema de equipamentos eletrônicos e/ou mecânicos que controlam seu próprio funcionamento, quase sem a intervenção do homem. Considera-se automação qualquer processo que auxilie o ser humano nas suas atividades diárias, sejam elas industriais, comerciais, domésticas ou no campo. Em especial, quando se refere à automação residencial/predial designa-se o termo domótica.

Uma das potencialidades da utilização da domótica é a possibilidade de gerenciar o consumo de energia elétrica dos aparelhos, visando sua redução e por consequência diminuindo o impacto ambiental. A domótica é uma aliada na redução de recursos como água e energia elétrica, além de proporcionar conforto e segurança aos usuários (BOLZONI. 2007, p. 2; MURATORI E DAL BÓ. 2013, p. 17).

O projeto Ardoif é desenvolvido na cidade de São Borja, no *campus* do Instituto Federal Farroupilha – IFFar. A Instituição possui, considerando todos os prédios que compõem o *campus*, um total de 94 aparelhos de ar-condicionado de diferentes marcas e modelos. Essa variedade de marcas e modelos faz com que alguns problemas surjam, como por exemplo, não há controle quanto a manutenção dos climatizadores, os servidores e alunos possuem acesso irrestrito aos equipamentos através de smartphones e controles remotos universais, isto é, podem acioná-los a qualquer momento, o que leva ao uso dos aparelhos das salas de aula no período de intervalo entre os turnos. Além disso, não é possível avaliar a eficiência energética de cada equipamento.

O uso irrestrito dos equipamentos faz com que eles fiquem ininterruptamente em funcionamento nos três turnos de aula da Instituição, uma vez que são utilizados durante as aulas e podem ser acionados pelos discentes via controles universais ou smartphones com conexão infravermelha, implicando na utilização, inclusive,

nos intervalos de turnos, impactando diretamente no consumo de energia elétrica do *campus* e na vida útil dos equipamentos.

Considerando as potencialidades da domótica e em resposta ao contexto local do *campus* São Borja do IFFar, surgiu o Ardoif. Com o projeto pretende-se contribuir para o controle de acesso e funcionamento dos aparelhos de ar-condicionado, impedindo o acesso irrestrito aos equipamentos e o acionamento dos aparelhos durante os intervalos entre os turnos e monitoramento do consumo energético de cada condicionador de ar.

Um protótipo de baixo custo com tecnologia livre foi construído. Esse dispositivo mostrou-se capaz de realizar o gerenciamento do funcionamento dos aparelhos, possibilitando o acionamento, desligamento, controle de temperatura, entre outras ações. Além do dispositivo, uma ferramenta web, com uma interface gráfica com o usuário fácil e intuitiva, foi desenvolvida a fim facilitar o uso do sistema e permitir o armazenamento das leituras de consumo e ações realizadas pelos usuários. Dessa forma, o projeto Ardoif é composto por um dispositivo físico, construído com a placa de prototipagem eletrônica NodeMCU (ESP-8266) e sensores e uma ferramenta web.

É importante destacar que, o projeto Ardoif, pode ser replicado para quaisquer Instituições, sejam públicas ou privadas, como por exemplo, os demais campi do IFFar. Essa flexibilidade se dá pelo fato que, para funcionar/instalar o Ardoif não requer nenhuma adaptação ou modificação nos aparelhos de ar-condicionado existentes.

Este artigo apresenta o desenvolvimento do projeto e está organizado como segue. A Seção 2 apresenta a revisão teórica para o trabalho e também os trabalhos relacionados encontrados na literatura. A Seção 3 apresenta o desenvolvimento do projeto, a metodologia utilizada, os recursos utilizados, os testes realizados, além de algumas imagens dos componentes do Ardoif. A Seção 4 discute os resultados alcançados até o momento, apresentando o estado da arte atual do desenvolvimento do Ardoif. A Seção 5 traz as considerações finais do artigo, trazendo o posicionamento dos autores quanto ao que fora alcançado e a potencialidade de trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta Seção apresenta os conceitos necessários para o entendimento do projeto e das etapas de desenvolvimento. A Seção também apresenta os trabalhos relacionados a este.

2.1 Automação

A automação é conceituada como sendo um sistema de equipamentos eletrônicos e/ou mecânicos que controlam seu próprio funcionamento, quase sem a intervenção humana (PINHEIRO, 2004). A automação está relacionada a utilização de máquinas ou mecanismos capazes de realizarem e/ou agilizarem tarefas com o mínimo ou sem nenhuma interferência humana.

A automação aumenta a produção, além de que os equipamentos automatizados possibilitam uma melhora na qualidade do produto, uniformizando a produção. Ela pode ser dividida em alguns ramos, como: comercial, industrial, automotiva, mecânica, agroindustrial, predial, residencial, entre outras.

Nessa linha, a domótica se configura como uma subdivisão da automação residencial, pois, possibilita a execução de rotinas e tarefas de uma residência de forma automatizada, no qual políticas sustentáveis podem ser aplicadas.

2.2 Domótica

O termo domótica vem da junção do latim domus (casa) e robótica (BANZI E SHILOH. 2015, p. 114). Possibilita a utilização de equipamentos elétricos e eletrônicos, que visam proporcionar conforto, segurança, praticidade e comodidade à pessoa. Assim, a domótica, além de introduzir conforto e melhoria de vida aos seus utilizadores, introduz ainda novos conceitos, tais como a comunicação, segurança e sustentabilidade.

A domótica compõe uma rede de comunicação capaz de interconectar inúmeros equipamentos, dispositivos e sistemas. Através dela, é possível receber informações acerca do ambiente, onde pode-se realizar, por meio de ações, a gerência do mesmo. São inúmeras as possibilidades de aplicação como, por exemplo, na iluminação, segurança e climatização.

2.3 Sustentabilidade

A sustentabilidade é toda a ação destinada a manter as condições energéticas, informacionais, que sustentam a sociedade, visando a sua continuidade e ainda a atender as necessidades da geração presente e das futuras (BARBOSA. 2008, p.7).

Neste sentido, novas estratégias surgem com cunho de preservação ambiental, como é o caso do eco desenvolvimento, cujos princípios básicos são: (i) a satisfação das necessidades básicas; (ii) a solidariedade com as futuras gerações; (iii) a participação da população envolvida; (iv) a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais; (v) a estruturação de um sistema social que garanta emprego, segurança social e respeito a outras culturas; (vi) programas de educação (OLIVIO,

et. al. 2010, p.4). Além destes, outro conceito similar, porém não equivalente, é o de desenvolvimento sustentável que busca o equilíbrio entre proteção ambiental e desenvolvimento socioeconômico.

Ações sustentáveis auxiliam a reduzir desperdícios de recursos, custos e trazem inúmeros benefícios à sociedade. Segundo a Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento, os objetivos que derivam do conceito de desenvolvimento sustentável estão relacionados, entre outros, com o processo de crescimento da cidade e objetiva a conservação do uso racional dos recursos naturais incorporados às atividades produtivas (BARBOSA. 2008, p.3).

Neste aspecto, entidades ambientais e governamentais alertam para as consequências e implicações da cadeia produtiva, e acordam metas para amenizar os impactos negativos no meio ambiente, por exemplo, a Conferência das Partes sobre Mudança do Clima (COP 22) impõem ao Brasil uma meta de redução de 37% das emissões de gases do efeito estufa até 2025. Além disso, existem pressões financeiras e comerciais que motivam o setor industrial a investir em políticas ambientais mais eficientes (PINHEIRO, 2008). E neste sentido, a automação surge como uma alternativa viável e promissora, visando uma produção industrial com consumo menor de energia e maior reciclagem de matérias primas.

2.4 Trabalhos relacionados

Em Cunha (2013) é apresentado um sistema para controle de funcionamento dos aparelhos de ar-condicionado do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC. O sistema apresentado no trabalho utiliza a plataforma Arduino e o padrão rede Wi-Fi ZigBee para realizar a comunicação entre o dispositivo e o servidor. A exemplo do Ardoif, o trabalho apresenta uma interface web para gerência dos aparelhos. O trabalho apresentado por Cunha permite o acionamento dos aparelhos, controle da velocidade de suas ventoinhas e o controle da temperatura dos aparelhos.

Cruz (2013) apresenta uma solução semelhante para o *campus* Quixadá da Universidade Federal do Ceará. O trabalho é baseado em Redes de Sensores sem Fio (RSSF) para realizar o controle dos ares-condicionados. Assim como Cunha, o sistema apresentado por Cruz permite o acionamento e desligamento dos aparelhos e o controle da temperatura dos equipamentos.

Em comparação aos trabalhos relacionados, o Ardoif possui funcionalidades adicionais. Como ponto em comum, todas as soluções relatadas permitem a interação remota com o condicionador para funcionalidades básicas (ligar, desligar, mudar a temperatura, entre outras). O Ardoif além destas funcionalidades, permite um conjunto de outras ações, como: agendar horários de funcionamento dos apare-

lhos, para tanto, o sistema poderá encontrar-se em um dos três estados (acionado, desligado e desativado). O estado desligado permite que o aparelho seja acionado por controle remoto (essa ação fica visível para o administrador do sistema). Já o estado desativado não permite o acionamento via controle, impedindo dessa forma que os aparelhos sejam usados durante períodos onde não há atividades acadêmicas no *campus*. A aplicação web, parte do projeto Ardoif, permite também o registro dos usuários que realizaram ações no sistema. Dessa forma, é possível ter um controle sobre quais usuários e em que horários são usados os aparelhos. O Ardoif permite o monitoramento do consumo energético dos aparelhos, fornecendo o valor gasto por aparelho e período de tempo. Aliado a isso, o Ardoif ainda trabalha de forma não invasiva, ou seja, diferentemente dos trabalhos relacionados, não exige qualquer adaptação para seu funcionamento. Vale ressaltar que o Ardoif embora tenha uma proposta similar, se diferencia em outros aspectos, tais como: funciona com qualquer marca ou modelo de aparelho de ar-condicionado, atual em qualquer tensão 110v ou 220v, produz informações (dados) que podem apoiar a gestão na tomada de decisão, e apresenta um painel animado (informativo) que tem por objetivo estimular uma cultura sustentável, promovendo através de seus números uma consciência de uso racional dos equipamentos de ar-condicionado.

3 DESENVOLVIMENTO

O Ardoif gerencia os aparelhos de ar-condicionado de forma não invasiva, ou seja, os climatizadores não precisam sofrer qualquer tipo de mudança ou adaptação em sua estrutura para que o sistema funcione. A partir da instalação, a alimentação elétrica dos climatizadores é fornecida pelo Ardoif, como mostra a Figura 1, no lugar da rede elétrica convencional.

Figura 1 – Esquema macro de funcionamento



Fonte: produção do(s) próprio(s) autor(es)

Na Figura 1 observa-se que o aparelho de ar-condicionado não é ligado diretamente à rede, mas sim ao Ardoif, que por sua vez será conectado à rede elétrica. Os usuários também poderão controlar ou gerenciar este equipamento à distância, utilizando como base a comunicação através de redes WiFi, amparados por um software desenvolvido para este fim.

O Quadro 1 mostra os procedimentos metodológicos definidos a fim de permitir o desenvolvimento e implantação do sistema Ardoif.

Quadro 1 – procedimentos metodológicos do projeto Ardoif

Etapas	Ação
1. Identificar os aparelhos de ar-condicionado existentes no <i>campus</i> São Borja	- Identificar e agrupar os aparelhos de ar-condicionado existentes em cada prédio por marca, modelo, capacidade de refrigeração e corrente;
2. Construir o protótipo físico do projeto	- Construir um protótipo inicial para clonar os códigos infravermelhos dos comandos de ligar, desligar e alterar a temperatura dos aparelhos de ar-condicionado; - Testar um subconjunto de códigos infravermelhos clonados em um aparelho presente na sala de testes do projeto; - Construir o protótipo físico do projeto utilizando a placa de prototipagem NodeMCU (ESP 8266), sensores e shields para comunicação sem fio.
3. Desenvolver o sistema web de gestão do Ardoif	- Desenvolver utilizando a linguagem Java EE a interface gráfica do sistema de gerenciamento de ações e usuários do Ardoif - Analisar e modelar a base dados do projeto, utilizando o bando de dados PostgreSQL. - Desenvolver o painel de conscientização, que exibe os dados informativos do custo da utilização do aparelho
4. Validações do sistema	- Realizar os testes de funcionamento do sistema; - Testar a comunicação da aplicação web com o protótipo físico do projeto; - Testar a comunicação infravermelho do dispositivo com os condicionadores de ar; - Verificar os dados de consumo obtidos pelo protótipo e comparar com aferições realizadas por equipamentos de medição certificados.

Fonte: produção do(s) próprio(s) autor(es)

Conforme o Quadro 1, quatro etapas foram definidas para o desenvolvimento do projeto. Dentro de cada etapa, algumas ações foram tomadas com objetivo de propor ações e entregas, visando a construção e maturação do dispositivo.

A meta traçada para o projeto foi mapear o parque de máquinas do *campus* São Borja do IFFar-SB. O *campus* conta com um prédio administrativo, um prédio de ensino, onde ficam as salas de aulas e laboratórios de informática, química, física e matemática, um ginásio, um refeitório, almoxarifado e prédio do curso gastronomia, onde encontra-se o restaurante-escola. Esse mapeamento apontou a existência de 94 aparelhos de ar-condicionado, de diferentes marcas, modelos e etiquetas de classificação de eficiência energética, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Ares-condicionados IFFar SB

Quantidade	Classificação	Marca
1	A	Super Split - cool
1	A	Egin
1	-	Electrolux
1	-	Fujinso
1	-	Gree
1	C	LG
2	-	Komeco
3	B	Electrolux
4	A	Electrolux
6	A	Midea
10	C	Komlog Ambiente
11	D	Midea
52	C	Midea

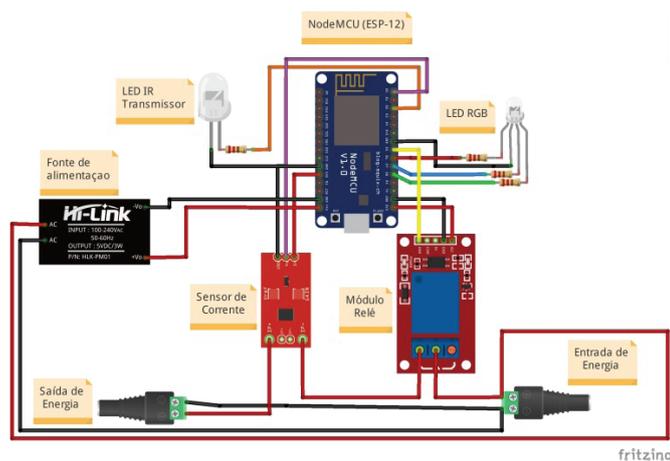
Fonte: produção do(s) próprio(s) autor(es)

A Tabela 1 evidencia que existe no *campus* uma quantidade maior e considerável de aparelhos com classificação C no índice de eficiência energética. Essa etiqueta informa o quão eficiente é um aparelho no que diz respeito ao consumo de energia, e de acordo com Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), órgão federal responsável por atestar a qualidade dos produtos e serviços, a classificação dos aparelhos varia de A a G, sendo a etiqueta A atribuída aos aparelhos mais eficientes. Alguns aparelhos não possuem tal referência, tratam-se de aparelhos importados, apreendidos pela Receita Federal e doados a Instituição, o que reforça ainda mais o compromisso do Ardoif, para identificar o real consumo de tais equipamentos.

A segunda etapa apontada no Quadro 1, teve o começo de seu desenvolvimento em paralelo ao desenvolvimento do primeiro objetivo. O foco do segundo objetivo foi a construção dos protótipos do Ardoif. Os primeiros protótipos foram criados para testar a comunicação infravermelho do dispositivo com os aparelhos de ar-condicionado. Esta etapa envolveu a identificação dos sinais infravermelhos referentes a cada ação básica, isto é, ações para ligar, desligar e alterar a temperatura dos equipamentos.

Inicialmente o projeto previa a utilização de uma placa de prototipagem Arduino Uno, contudo, durante o desenvolvimento do protótipo inicial verificou-se a limitação desta placa no que tange à capacidade de memória e processamento. Optou-se então por substituir a placa de Arduino Uno pela placa de prototipagem NodeMCU, além da capacidade de memória e processamento maiores, esta placa possui um chip de comunicação Wi-Fi integrado, a Figura 2 apresenta um esquema de ligação entre os componentes eletrônicos utilizados.

Figura 2 – Componentes eletrônicos



Fonte: produção do(s) próprio(s) autor(es)

A Figura 2 ilustra como os componentes são ligados e representa um esquema lógico de funcionamento, já a Tabela 2 apresenta de forma resumida qual a função de cada item no protótipo.

Tabela 2 – Descrição dos componentes

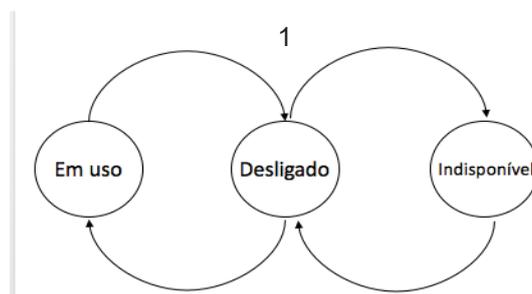
Componente	Descrição do componente e sua funcionalidade
Fonte de Alimentação	Fonte 3,3v Conversor Ac/dc 100~240vac 3w 3,3vdc. Fonte responsável por alimentar os componentes eletrônicos do protótipo
Microcontrolador WIFI	Nodemcu Esp8266. Este módulo é responsável por realizar o microprocessamento do equipamento. Possui em sua estrutura, integração com chip ESP8266, o qual possibilita conexão através de rede sem fio padrão 802.11 b/g/n;

LED RGD	Led (canodo) de alto brilho de cores primitivas vermelho, verde e azul, sendo utilizado para representar o estado ou situação do sistema.
Módulo Relé	Módulo com capacidade de 30A, utilizado para controlar o fluxo energético do aparelho, possibilitará que a energia seja interrompida em momentos específicos.
Sensor de Corrente	Modelo ACS712, trata-se de um sensor invasivo, preciso para medição de correntes até 30A. Utilizando efeito HALL
LED Infravermelho Transmissor	Fotodiodo TIL32 5mm Emissor Infravermelho. Componente responsável por transmitir sinais de infravermelho. Através desses impulsos é possível acessar e controlar as funções do aparelho de ar-condicionado.
Plugue Macho	Tomada de 3 pinos 20A 250v. Estará ligado à rede externa de energia, e será responsável por energizar o sistema/protótipo
Plugue Femea	Tomada de 3 pinos 20A 250v. Nova fonte de alimentação para o aparelho de ar-condicionado.
Fio 3 x 2,5 20 ^a (1m)	Fio triplo para ligações de plugs

Fonte: produção do(s) próprio(s) autor(es)

O sistema Ardoif representa uma interface de comunicação entre o usuário e os aparelhos de ar-condicionado. Através do Ardoif o usuário interage com os equipamentos e a partir da instalação do sistema, a alimentação elétrica de cada aparelho fica sob responsabilidade do Ardoif. Essa abordagem é essencial para que, através do sistema web desenvolvido, o funcionamento dos aparelhos possa ser configurado. O sistema permite que os aparelhos se encontrem em um dos três estados possíveis, a saber: em uso, desligado e indisponível. A Figura 3 mostra o gráfico de transição de estados do sistema.

Figura 3 – Gráfico de transição de estados do sistema



Fonte: produção do(s) próprio(s) autor(es)

O sistema é composto por três estados possíveis e quatro transições possíveis entre esses estados. O sistema está no estado “*Em uso*” quando o aparelho de ar-condicionado está em funcionamento. No estado “*desligado*” o aparelho de ar-condicionado está desligado, contudo, com corrente elétrica, ou seja, o ar-con-

dicionado pode ser acionado por controle remoto, sem intervenção do Ardoif. O estado “*indisponível*” representa o estado em que o ar-condicionado não está alimentado por corrente elétrica e, portanto, não pode ser acionado via controle remoto, somente via Ardoif. O sistema encontrar-se-á nesse estado entre os intervalos dos turnos.

As transições 1 e 2 são provocadas pela interação entre o usuário e o Ardoif ou ainda quando o usuário utiliza um controle remoto para interagir o equipamento. É importante destacar que, ainda que nessas transições o usuário possa tomar ações sem a intervenção do Ardoif, o fato de o aparelho estar em uso será visível pela interface web do sistema, uma vez que essa informação será percebida e enviada pelos sensores ao servidor web.

As transições 3 e 4 são tomadas pelo administrador do sistema e possibilitam que os aparelhos de ar-condicionado se encontram indisponíveis para uso. Esses estados são importantes para garantir que os aparelhos não serão usados em horários que não compreendem o funcionamento da Instituição.

A terceira etapa apresentada no Quadro 1 compreende o desenvolvimento do sistema web do projeto Ardoif. Esse sistema foi desenvolvido usando a linguagem Java EE e permite aos usuários o uso dos aparelhos de ar-condicionado do *campus*. Na visão de usuário, os servidores do *campus*, usuários do sistema, têm acesso a todos os equipamentos, de acordo com a sala em que estes estão instalados. Ao chegar na sala, o usuário pode acessar o sistema web e informar a sala em que se encontra, a partir disso, o sistema exibe na tela o ar-condicionado cadastrado para aquela sala. A partir disso, o usuário seleciona o equipamento e pode utilizá-lo.

Na visão de administrador do sistema, o servidor responsável pela infraestrutura do *campus* pode verificar o estado de funcionamento dos aparelhos, com a característica de filtrar por aparelho, prédio, sala ou visualizando o estado global do sistema, ou seja, verificar todos os aparelhos em uso.

Outro aspecto que é essencial para o projeto, está relacionado ao público alvo que usufrui dos aparelhos de ar-condicionado. Através de animações, painéis informativos podem ser apresentados ou projetados aos alunos/servidores, no qual informa-se quanto já foi gasto com energia elétrica na semana, mês e ano. Essa informação por si só, já evidencia como os aparelhos são utilizados, entretanto, esse dado tem um objetivo mais amplo do que uma mera informação, provoca ações de conscientização incentivando o uso racional e consciente dos equipamentos.

4 RESULTADOS

A primeira versão do Ardoif já foi finalizada, a Figura 4 mostra o dispositivo. O equipamento já consegue alimentar o climatizador e monitorar o seu consumo. Contudo, carece de ajustes, principalmente em suas análises de consumo, uma vez que é necessário comparar seus resultados com os de equipamentos calibrados e certificados. Isso é necessário para verificar se o mapeamento reflete a realidade e para dar credibilidade às leituras.

Figura 4 – Versão final de protótipo



Fonte: produção do(s) próprio(s) autor(es)

O projeto Ardoif recebeu o prêmio de melhor projeto de Inovação, na Mostra de Educação Profissional e Tecnológica de 2017, realizada no *campus* Júlio de Castilhos do IFFar.

O projeto Ardoif foi inscrito na chamada pública número 01/2017 da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (SETEC/MEC) e Steinbeis University Berlin – School of International Business and Entrepreneurship (STEINBEIS-SIBE do Brasil), na qual concorreu com projetos de inovação de todos os Institutos Federais e Colégios Técnicos do Brasil, sendo classificado e selecionado para participação de um planejamento estratégico em inovação, o que tem por objetivo torná-lo um produto maduro e sustentável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma preocupação crescente em relação aos impactos ao meio ambiente causados pelos avanços tecnológicos, bem como políticas sustentáveis que consistam em encontrar mecanismos de produção, distribuição e consumo dos recursos existentes de forma mais coerente, economicamente eficaz e ecologicamente viável.

Ações para otimizar o uso de fontes de energia, principalmente as não renováveis, ganham relevância. Os gastos com energia elétrica impactam significativamente no planejamento das organizações. Assim, projeto que visem causar a redução no consumo de energia ou no uso mais consciente dela e que diminuam por consequência os gastos, se destacam.

O projeto Ardoif nasceu do reconhecimento da importância dessas ações e do interesse dos autores em contribuir com a Instituição em que trabalham e com a comunidade em que ela está inserida, uma vez que o projeto pode ser replicado em quaisquer instituições que tenham interesse em implementar a ideia.

No entendimento dos autores, a implantação do sistema em todas as salas e prédios do IFFar proporcionará a otimização no uso dos recursos financeiros destinados à Instituição, possibilitando que parte do recurso financeiro hoje investido em conta de luz, seja aplicado em outras demandas, como projetos de ensino, pesquisa e extensão, tão importantes para a comunidade acadêmica.

A conclusão da primeira etapa de trabalho evidenciou algo que surpreendeu os autores. O parque de máquinas do *campus* é composto, em sua maior parte, por aparelhos de ar-condicionado com classificação C no índice de eficiência energética aferido pelo órgão governamental responsável. Diante desse fato, emergiu outra possibilidade resultante da implantação do projeto, a de trocar gradativamente cada aparelho por outro de maior eficiência, à medida que a economia de recursos proporcionado pelo sistema possibilite esta ação, aliado em dados que o sistema proverá que poderão apoiar nessa decisão.

Os resultados expressos pelo Ardoif estão além do caráter informativo, saber quanto custa o uso de um determinado equipamento não é apenas um mero dado financeiro, mas em um sentido mais amplo, uma forma de despertar nos usuários uma cultura sustentável que incentiva a economia e a preservação dos recursos naturais.

Atualmente o projeto Ardoif encontra-se em desenvolvimento e expansão. À medida que ele é implementado, novos recursos são adicionados, sempre em vista de promover uma política sustentável de utilização dos aparelhos de ar-condicionado.

REFERÊNCIAS

BANZI, M.; SHILOH, M. **Primeiros passos com o Arduíno**. 2ª edição. São Paulo: Editora Novatec, 2015. 240p.

BARBOSA, G.S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**. Rio de Janeiro, v.1, n.4, jan/jun 2008. Disponível em: < http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf>. Acesso em 14 abr. 2018.

BOLZONI, C. Desmistificando a domótica. **Sinergia**. São Paulo, v.8, n.1, jan/jun 2007. Disponível em: < http://www.bolzani.com.br/artigos/art01_07.pdf>. Acesso em 14 abr. 2018.

CUNHA, T. F. **Controle centralizado de equipamentos de ar condicionado**. 2013. Disponível em: < https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/1/14/TCC_ThiagoFelipeCunha.pdf>. Acesso em 14 abr. 2018.

CRUZ, M. M. **Climaduino: sistema embarcado de climatização para edifícios inteligentes**. 2013. Disponível em: < <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/25177>>. Acesso em 14 abr. 2018.

MURATORI, J. R.; DAL BÓ, P.H. **Automação residencial – conceitos e aplicações**. 1ª edição. Belo Horizonte: Editora Educere Ltda., 2013. 200p.

OLIVIO, D.H.V. et.al. A ética do consumo. **Scientia FAER**. São Paulo, v.2, n.2, jan/jun 2010. Disponível em: <<http://uniesp.provisorio.ws/faer/revistafaer/artigos/edicao2/denis.pdf>>. Acesso em 14 abr. 2018.

PINHEIRO, J. M. S. **Sistemas de Automação**. 2004. Disponível em: http://www.projetoederedes.com.br/artigos/artigo_sistemas_automacao.php. Acesso em: 14 abr. 2018.

PINHEIRO, J. M. S. **A automação no monitoramento ambiental**. 2008. Disponível em: http://www.projetoederedes.com.br/artigos/artigo_automacao_monitoramento_ambiental.php. Acesso em 14 abr. 2018.