



Implementação De Uma Solução Inteligente De Controlo De Estores

Gabriel Elwino Friling

Relatório Final de Dissertação apresentado à
Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico de Bragança

para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Industrial

Novembro 2019

Implementação De Uma Solução Inteligente De Controlo De Estores

Gabriel Elwino Friling

Relatório Final de Dissertação apresentado à
Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico de Bragança

para obtenção do grau de Mestre em

Engenharia Industrial

Orientador:

Professor Doutor Paulo Jorge Teixeira Matos

Coorientador:

Professor Pedro Manoel Ribeiro Rosa

Novembro 2019

AGRADECIMENTOS

Na realização da presente dissertação, contei com o apoio direto ou indireto de várias pessoas e instituições às quais estou profundamente grato.

Primeiro gostaria de agradecer ao meu orientador, Paulo Jorge Teixeira Matos, pela sua orientação, total apoio, disponibilidade, pelo saber que transmitiu, pelas opiniões e críticas, total colaboração no solucionar de dúvidas e problemas que foram surgindo ao longo da realização deste trabalho e sempre por estar me incentivando.

Um grande obrigado a todas as pessoas que formam a comunidade IPB pelas instalações e condições criadas para a realização do nosso projeto.

RESUMO

Os sistemas de proteção solar cumprem um importante papel no controlo seletivo de radiação solar no ambiente interior, interferindo, portanto, no desempenho luminoso, térmico e energético das edificações. Este trabalho tem como propósito estudar fatores que influenciam o aproveitamento da radiação solar incidente em superfícies vidradas e como estores elétricos podem atuar em momentos estratégicos, com o propósito de potencializar este aproveitamento.

As estratégias metodológicas propostas envolvem análise da relação entre valores de luminosidade avaliados por sensores, comparados com valores de radiação solar auferidos por uma estação meteorológica, com o intuito de obter uma correlação proveitosa para operar pontos de ajuste mais favoráveis de abertura e de fecho dos estores.

A fim de poder aplicar esses apuramentos dá-se o desenvolvimento de um protótipo para controlo automatizado das funcionalidades de abertura e de fecho, por meio da integração de sensores, microcontrolador e todo o sistema eletrónico e de lógica que assegura tais funcionalidades. Este protótipo foi idealizado para ser compacto e de fácil instalação, podendo ser montado nas caixas de aparelhagem de interruptores mais comuns.

ABSTRACT

Solar protection systems compose an important role in selective control of solar radiation in the interior environment, thus interfering with the luminous, thermal and energetic performance of buildings.

This work aims to study factors that influence a better use of incident solar radiation on glazed surfaces and how electric blinds can act at strategic moments in order to potentiate this utilization. The proposed methodological strategies involve analysing the relationship between luminosity values evaluated by sensors, compared to solar radiation values measured by a weather station, in order to obtain a useful correlation to operate most favourable the blinds opening and closing adjustment points.

In order to be able to apply this analysis a prototype was developed for automated control of the opening and closing features, through the integration of sensors, microcontroller and the entire electronic and control logic that ensures such functionality. This prototype is designed to be compact and easy to install and can be assembled in the most common switch boxes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento temático	1
1.2. Motivação	2
1.3. Organização do trabalho	3
2. METODOLOGIA	5
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS	7
3.1. Edifícios e a energia solar	7
3.2. Vidros e janelas.....	8
3.3. Estores.....	8
4. RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS	11
4.1. Orientação do edifício.....	11
4.2. Sistema aquisição de dados.....	12
4.3. Análise dos dados recolhidos.....	14
4.4. Erros nas medições	19
5. CASO DE ESTUDO	21
5.1. Estores e seu funcionamento.....	21
5.2. Interruptor	22
5.3. Dimensões do interruptor.....	22
6. DESENVOLVIMENTO DO HARDWARE	23
6.1. Circuito de alimentação	23
6.2. Circuito do sensor	24
6.3. Interruptor	24
6.4. Relés.....	26
6.5. Circuito de controlo	27
6.6. Protótipo.....	27
6.7. Projeto da PCB.....	28

6.8. Projeto e construção mecânica envolvente do interruptor	31
7. DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE CONTROLO	39
7.1. Esboço do código	39
7.1.1 Setup	40
7.1.2 Loop	41
7.1.3 Comunicação	43
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
8.1. Conclusão	51
8.2. Dificuldades apresentadas	52
8.3. Proposta para trabalhos futuros	52
BIBLIOGRAFIA	54
ANEXOS	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama em blocos dos subsistemas.....	5
Figura 2: Radiação solar incidente na fachada de um edifício para o dia 16/04/2019.....	11
Figura 3: Montagem esquemática do Arduino para a aquisição de dados de temperatura.	12
Figura 4: Divisor de tensão LDR.....	13
Figura 5: Configuração Excel.....	14
Figura 6: Exemplo dos dados obtidos.	14
Figura 7: Edifício em análise.....	20
Figura 8: Funcionamento motor estore [14].	21
Figura 9: Interruptor de comutação de um polo e acionamento duplo.....	22
Figura 11: Caixa de aparelhagem.	22
Figura 12: Breadboard com montagem teste.....	23
Figura 13: Fonte de Alimentação 5V.	24
Figura 14: Representação do Push Button utilizado.....	25
Figura 15: Resistor de pull down botões.	25
Figura 16: Funcionamento Rele.	26
Figura 18: Pinout Wemos D1.	27
Figura 19: Primeiro protótipo.	28
Figura 20: Composição do circuito de controlo.	29
Figura 21: Esquema da placa de circuito impresso.	30
Figura 22: Placa de circuito impresso.	30
Figura 23: Sensor de toque.	31
Figura 24: Representação 3D do circuito impresso e componentes.....	31
Figura 25: Desenho técnico, dimensões PCB.....	32
Figura 26: Vista explodida da envolvente interruptor.	32
Figura 27: Vista de secção da montagem.	33
Figura 28: Detalhes de construção da envolvente.	34
Figura 29: Detalhes de construção da tampa.	35
Figura 30: Envolvente e tampa.	35
Figura 31: A: caixa de aparelhagem; B: demonstração de encaixe; C: verificação da coincidência dos furos.	36
Figura 32: Envolvente e tampa, ainda com suportes de impressão.	37
Figura 33: Impressão final.....	37

Figura 34: Fluxograma da Função setup.	40
Figura 35: Fluxograma do LOOP.	43
Figura 36: Passo a passo configuração ESP.	44
Figura 37: Esquema funcionamento MQTT.	46
Figura 38: Detalhes servidor MQTT.	47
Figura 39: Trecho do código responsável pelo recebimento de mensagens MQTT.	47
Figura 40: Função para fecho dos estores.	48
Figura 41: Função para abertura dos estores.	48
Figura 42: Configuração das credenciais de comunicação.	49
Figura 43: Configuração do botão de abertura e fecho.	51
Figura 44: Configuração do ícone que assumirá a cor publicada.	50
Figura 45: Estado do aplicativo quando estore aberto.	51
Figura 46: Estado do aplicativo quando estore fechado.	50
Figura 47: A: Encaixe envolvente e placa de circuito, B: sensores de toque acoplados a tampa, C: representação do protótipo completo.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Erro relativo percentual entre temperatura do sensor externo e da estação meteorológica.	20
Tabela 2: Relação de componentes utilizados.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Three Dimensional Space
AP	Access Point
BLE	Bluetooth Low Energy
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
DIY	Do It Yourself
EDA	Electronic Design Automation
HTML	HyperText Markup Language
IDE	Integrated Development Environment
IOT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
LDR	Light Dependent Resistor
M2M	Machine To Machine
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
OTA	Over The Air
PCB	Printed Circuit Board
PLA	Polylactic Acid
PVA	Polyvinyl Acetate
PVC	Polyvinyl Chloride
RGB	Red Green Blue
SMD	Surface Mounted Componentes
SPCO	Single Pole, Centre Off
SPDT	Single Pole, Double Throw
URL	Uniform Resource Locator
USB	Universal Serial Bus
V	Volt

W

Watt

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento temático

Existe uma série de trabalhos que abordam o tema da automação residencial. Os avanços tecnológicos e a busca por conforto, segurança e economia, que são os 3 pilares em que assenta a utilização da automação residencial, vêm fazendo com que a cada dia as residências tenham mais e melhores sistemas de monitorização, controlo e automatização, uma vez que estes sistemas possibilitam a atuação supervisionada e não supervisionada de dispositivos eletrônicos em uma residência, exercendo tarefas e interagindo com usuários e com o meio físico.

A utilização de tais dispositivos no ambiente residencial deflagra uma série de discussões e questões em várias outras disciplinas, quando o comportamento humano é avaliado. Desta forma, o desenvolvimento de soluções para edifícios inteligentes, requer esforços em áreas tais como Engenharia, Inteligência Artificial, Psicologia, Sociologia e Filosofia, caracterizando-se como uma área multidisciplinar [1].

A automação residencial deve evoluir para o conceito de Domótica Inteligente, no qual se entende que os dados obtidos pelos sensores da casa devem ser analisados de modo a adaptar as regras de automação do ambiente ao comportamento dos habitantes [2].

Uma definição bastante completa é obtida nas publicações da Asociación Española de Domótica: Domótica é a automatização e o controlo aplicados à residência. Esta automatização e controlo se realizam mediante o uso de equipamentos que dispõem de capacidade para comunicar interactivamente entre eles e com capacidade de seguir as instruções de um programa previamente estabelecido pelo usuário da residência e com possibilidades de alterações, conforme seus interesses. A domótica objetiva assim maior qualidade de vida, reduzir o trabalho doméstico, aumentar o bem-estar e a segurança, racionalizar o consumo de energia e, além disso, sua evolução permite oferecer continuamente novas aplicações [3].

Os seres humanos estão em constante mudança, o que é uma regra ou rotina hoje, amanhã pode não ser. Os hábitos, horários e atividades mudam com o passar do tempo. Os sistemas têm de aprender e se adaptar a isso.

Neste trabalho será apresentada uma solução inteligente para o controlo de estores, que cria regras para a ação de atuadores em função das alterações no meio físico e da análise do comportamento dos habitantes da casa. A adoção de sistemas computacionais, microcontroladores, redes de dados e dispositivos de automação, permite analisar e tomar decisões que melhoram o conforto e ajudam a reduzir gastos energéticos.

1.2. Motivação

A engenharia que se pratica nos dias de hoje é formada por conceitos muito amplos e as situações de engenharia a que são submetidos os recém-formados, indicam que esta onda crescente de tecnologia requer conhecimentos que vão além dos conceitos técnicos aprendidos nas instituições de ensino. Assim, os engenheiros deste novo milênio devem, além de possuir um bom domínio técnico da sua área de formação, possuir domínio também dos conhecimentos multidisciplinares, além de serem portadores de uma visão globalizada [4]. Este é o perfil essencial para o engenheiro atual, devendo ser desenvolvido durante a etapa de sua formação.

Tendo isto em vista, foi-se o tempo em que as pessoas mais valorizadas eram aquelas que dominavam uma área de conhecimento e eram especialistas nisso. Ter uma especialidade é importante, mas é mais significativo ser um profissional multidisciplinar.

O tema desta dissertação surgiu como uma oportunidade de desenvolver um trabalho inovador, numa área de grande pertinência atual, nomeadamente no que concerne a soluções mais eficientes, mais ecológicas e mais ajustadas às necessidades e expectativas do atual mercado. Mas surgiu também como uma oportunidade de integrar competências e conhecimentos de diversas áreas, num desafio pouco comum que se potenciava e se concretizou, para aplicar competências de projeto mecânico, eletrónica, programação e comportamento energético de edifícios.

Sabendo destes conceitos, objetiva-se unir conhecimentos com o intuito de desenvolver uma solução inteligente de controlo de estores, baseada na análise das condições climáticas, mas considerando também as preferências individuais dos usuários, e potenciar um melhor aproveitamento da energia térmica proporcionada pela luz solar direta. Visando a diminuição do recurso a sistemas de aquecimento – nos dias frios; mas também do recurso a sistemas de arrefecimento nos dias mais quentes. Mesmo quando estes não existem, asseguram-se condições mais balanceadas e ao gosto das preferências dos utilizadores, quer evitando a perda de calor nos dias frios ou o sobreaquecimento nos dias quentes.

Destaca-se ainda que o resultado deste projeto objetiva a obtenção de uma solução fácil de instalar, seguindo o princípio DIY – “*Do It Yourself*”, muito valorizado por determinados mercados, e que permite que seja o próprio cliente a efetuar a instalação, sem necessidade de conhecimentos ou ferramentas especializadas. Para tal, é fundamental que as operações requeridas para a instalação sejam acessíveis de realizar sendo, como tal, esta uma premissa fundamental deste projeto.

Com a finalidade de fornecer a estrutura para o desenvolvimento do objetivo principal mencionado, deve-se desenvolver o projeto de todo o hardware e software de controlo, e um envolvente mecânico que dará suporte a todos os componentes em uma solução concreta.

1.3. Organização do trabalho

Este trabalho está organizado em oito capítulos sendo o primeiro deles a presente introdução, os capítulos seguintes são descritos brevemente abaixo.

O capítulo 2 define a metodologia seguida, com um resumo dos passos definidos para o desenvolvimento do trabalho segundo uma linha de raciocínio ordenada.

No capítulo 3 é feita a compilação do estado da arte sobre os fatores que influenciam o conforto térmico em edifícios. Abordando a importância da radiação solar e dos elementos isolantes e suas funcionalidades – dando particular ênfase à utilização de estores.

Para compreendermos e identificar pontos plausíveis de serem utilizados por um sistema de controlo, o capítulo 4 descreve o trabalho efetuado para aquisição de dados, partindo da teoria básica de que a amplitude térmica pode ser avaliada. Neste sentido faz-se a exposição das técnicas de medição, citando-se os componentes do sistema de medição e suas principais características. É ainda feito o tratamento dos dados obtidos, apresentando parâmetros estatísticos que permitem a representação de valores pertinentes para efeitos da solução de controlo.

No capítulo 5 é analisado o funcionamento dos estores elétricos, visando entender o funcionamento dos acionamentos por meio de interruptores, dimensões de construção e as características do consumo elétrico.

No capítulo 6 é demonstrado e explicado como todo o sistema foi concebido e desenvolvido, desde o protótipo até à construção do hardware, focando as principais soluções criadas e implementadas para posterior utilização na realização do projeto.

No capítulo 7 é apresentado todo o desenvolvimento do software de controlo, com as respetivas estruturas de decisão, e aplicado os valores obtidos no capítulo 4, como parâmetros que desencadeiam ações. São definidas formas de comunicação entre dispositivos, gerando formas de acionamento remotas.

Por fim, no capítulo 8 apresentam-se as principais conclusões obtidas no presente estudo, sugerindo-se tópicos para estudos posteriores que visem melhorar a caracterização da solução obtida e contribuir para a otimização da mesma.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho segue seis grandes etapas de desenvolvimento, estas etapas representam a linha de raciocínio, não representando a ordenação dos capítulos, visto que muitos dos processos devem ser realizados em simultâneo.

Na primeira etapa são definidos os princípios de atuação, onde é feito um estudo com foco na eficiência térmica em edifícios e nas condições que viabilizam o desenvolvimento de todo o trabalho. Consiste em estudar teoricamente aspetos relacionados com a utilização de estores e como influenciam o conforto térmico, bem como sobre as variáveis que possibilitam uma otimização deste conforto e/ou que têm influência na poupança energética.

Como é intuitivamente sabido, com o anoitecer há uma diminuição da incidência solar e conseqüentemente uma queda da temperatura ambiente, e de acordo com o referencial teórico isto exerce certa influência para o declínio da temperatura no interior dos edifícios [5]. Tendo conhecimento de tais fatos, a segunda etapa visa avaliar esta influência, com o desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados, utilizando sensores para medir temperatura e luminosidade. Uma vez recolhidos, os dados são analisados e comparados com os dados concedidos por uma estação meteorológica local, afim de verificar se há concordância entre os mesmos e validar os meios de recolha. A adequação das variáveis escolhidas ocorre no sentido de aferir a viabilidade da sua utilização, a fim de definir padrões a serem seguidos e construir um modelo de controlo/decisão mais eficaz.

Após a fase de pesquisa, inicia-se o desenvolvimento do projeto. É ainda definido o método para cada fase de produção. O diagrama da Figura 1 mostra os subsistemas vislumbrados para a solução de controlo como um todo.

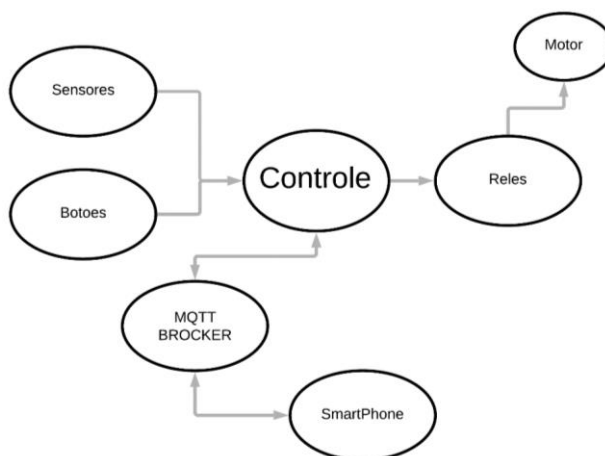


Figura 1: Diagrama em blocos dos subsistemas.

A terceira etapa trata de desenvolver um sistema de controlo montado em breadboard. Este protótipo é composto por um microcontrolador e vários subsistemas que comunicam entre si. A partir desta ideia pretende-se utilizar relés, para desempenhar a ativação dos motores, e sensores já conhecidos para a captação de sinais luminosos. Os testes nesta etapa são planeados para serem realizados no microcontrolador.

A quarta etapa consiste no desenvolvimento do código que coordenará a recolha de informação obtida pelos sensores e desencadeará as ações, de acordo com os objetivos pretendidos.

A quinta etapa é a mais importante e de maior complexidade, que consiste na construção e desenvolvimento do circuito de controlo, que fará a recolha dos variáveis ambientes através de sensores, procedendo à análise dos dados recolhidos para tomar decisões sobre quando atuar para abrir ou fechar os estores. Para o efeito, pretende-se utilizar o microcontrolador ESP8266, da Espressif System, que possui capacidade de comunicação por Wi-Fi, e que tem por base o circuito do protótipo montado na breadboard.

Esta etapa abrange o desenvolvimento de uma placa de circuito impresso utilizando o software EAGLE e considerando todos os requisitos definidos e constrangimentos identificados, visando alcançar uma solução próxima de um produto comercial, que possa ser instalada em uma caixa de aparelhagem convencional e que funcione com a grande maioria de estores do mercado.

A última etapa, desenvolvida com recurso ao software Solidworks e à impressão 3D, consistirá no desenho mecânico de todo o suporte do PCB de controlo, sensores, botões e afins, atendendo às dimensões das caixas de aparelhagem e demais características construtivas, mas também a aspetos estéticos e funcionais (facilidade de utilização), permitindo obter uma solução não só integralmente funcional, mas também tão próxima quanto possível do produto de produção (protótipo de nível alfa).

3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS

O conforto de um edifício fica comprometido por vários fatores, tais como vãos envidraçados e isolamentos inadequados ou insuficientes. Características arquitetônicas e construtivas que têm uma grande influência nas condições de conforto.

Pode-se reduzir o consumo de energia de uma edificação através da incorporação de práticas de racionalização, desde o início do projeto até à execução. Uma das formas de obter esta eficiência na arquitetura é utilizar as recomendações bioclimáticas do local de edificação [6], analisando as possibilidades de isolamento que melhor se adequam à região e minimizando as trocas térmicas, para a melhoria do conforto dos usuários [7].

Em Portugal, nas últimas décadas, as questões de conforto térmico têm sido resolvidas com sistemas de climatização, com natural impacto no aumento crescente que a climatização tem nas despesas das famílias [5]. São já 3.3 milhões de edifícios, que contribuem para 29% do consumo de eletricidade e a tendência crescente exige medidas para evitar que o consumo energético por parte deste setor continue a aumentar [8].

3.1. Edifícios e a energia solar

A radiação solar e a temperatura do ar exterior são as variáveis climáticas que mais influenciam os edifícios, em termos de transferência de calor. A temperatura do ar baixa, determina o estabelecimento de fluxos energéticos do interior para o exterior. Fluxos estes que ocorrem fundamentalmente no período de Inverno, tratando-se neste caso de perdas térmicas, enquanto que no Verão o sentido do fluxo tem tendência a inverter-se e estar-se-á numa situação de ganhos térmicos [9] – o que não evita gastos energéticos para climatizar o espaço (em refrigeração).

Em relação à radiação solar, esta desempenha um papel fundamental como fonte de calor para aumentar a temperatura interior no Inverno. No Verão é uma fonte de calor a evitar, de modo a impedir o aumento da temperatura interior nos edifícios. A energia solar depende de dois fatores: a trajetória do sol e a duração da exposição solar [5].

A capacidade de um edifício de capturar radiação solar durante os períodos de maior necessidade de energia, ou seja, no Inverno e de ter menos superfície exposta à radiação solar quando houver necessidade de dissipar o calor, ou seja, no Verão, determina o conforto térmico do edifício e seu gasto energético. Como essas condições são opostas, muitos edifícios são eficientes apenas em uma estação, mas é possível projetar um edifício com bom desempenho no Verão e no Inverno [5].

Consoante o clima local pode-se optar por privilegiar uma das estações do ano, por exemplo o caso de um edifício situado num clima muito frio, pode-se concentrar os esforços na eficiência do edifício durante o Inverno.

É preferível que a exposição solar das superfícies leste e oeste seja reduzida, pois são as orientações mais irradiadas durante o Verão, pois é perpendicular às janelas. Para reduzir o impacto do frio no Inverno, recomenda-se reduzir as paredes e janelas voltadas para norte e aumentar as janelas voltadas para o sul [5].

3.2. Vidros e janelas

As superfícies vidradas desempenham um papel muito importante na eficiência térmica do edifício. Se, por um lado, podem contribuir para a entrada de calor sem custos, por outro lado são um meio de dissipação de calor se não forem construídas e montadas de forma correta.

A intervenção ao nível das janelas deve ser feita com o intuito de reduzir as infiltrações de ar não desejadas, aumentar a captação de ganhos solares durante o Inverno, reforçar a proteção da radiação solar durante o Verão e melhorar as condições de ventilação natural [5].

Estima-se que entre 25 a 30% das necessidades de aquecimento de um edifício são devidas às perdas de calor com origem nos envidraçados. Sendo a área da superfície envidraçada, tipo de vidro utilizado e tipo de caixilharia, os fatores mais importantes na avaliação das janelas [8].

O isolamento térmico de uma janela depende da qualidade do vidro e do tipo de caixilharia utilizado. As janelas que possuem vidros duplos têm maior capacidade de isolamento do que os vidros simples, já que o espaço entre os dois vidros serve para reduzir a perda de calor.

Para tornar as janelas mais eficientes, reduzindo as perdas ou ganhos de calor, podem ser executadas intervenções, como a instalação de proteção das janelas que pode ser realizada através de unidades fixas (telheiros, palas, varandas ou alpendres). Também podem ser utilizados sistemas de proteção externos móveis (isto é, toldos, estores venezianos, etc.), ou unidades externas fixas (isto é, guarda-sóis verticais e horizontais, alpendres, etc.).

Algumas sugestões úteis, são melhores praticas e pequenas ações para poupar energia como, por exemplo, à noite manter os estores de enrolar fechados sempre que possível; e nos dias de sol, aproveitar ao máximo a entrada de radiação solar na habitação, para aquecê-la gratuitamente [5].

3.3. Estores

Os estores são essenciais ao conforto de qualquer habitação, loja ou escritório. Os estores exteriores constituem a primeira barreira contra os elementos climáticos. Além de

proporcionarem segurança e privacidade, são também importantes para o isolamento acústico, em adição aos vidros e aos caixilhos das portas e janelas. É colocado no exterior de uma janela e constituído por lâminas imbricadas, de modo a facilitar a sua recolha, geralmente, por um mecanismo existente no interior da casa. Quanto ao mecanismo, podem ser de fita, de mola, ou motorizados - isto é, elétricos.

O aumento da inércia térmica, que regula e suaviza as amplitudes térmicas por efeito de armazenamento do calor e do frio, no qual materiais construtivos com um alto valor de capacidade térmica volumétrica, garantem um tempo maior para o sistema alcançar equilíbrio. Este conceito está diretamente ligado à capacidade do edifício de armazenar calor e liberá-lo posteriormente. A aplicação desta técnica da inércia térmica em edificações, além de abrandar os picos de temperatura externa, proporciona um atraso no pico máximo e mínimo na temperatura interna e, conjugado com o devido isolamento térmico dos arredores e vãos abertos, representam uma melhoria do conforto térmico durante todo o ano [10].

O controlo dos ganhos internos é importante, na medida em que pode contribuir significativamente para evitar o sobreaquecimento, especialmente em edifícios de serviços em que, o uso da iluminação artificial, e a concentração de ocupantes e de equipamentos por estes utilizados, são as principais fontes de calor. Apesar do calor ser indesejado no Verão, é sempre mais fácil e menos oneroso cortar a energia, do que a produzir. Deste modo, a estação de aquecimento (Inverno) é o período que requer maior atenção e que apresenta desafios maiores em termos de conceção de soluções [10].

Segundo o regime simplificado da lei térmica atual, no período de aquecimento há dois tipos de ganhos e quatro tipos de perdas. Os ganhos vêm da ação principalmente do Sol e da presença física dentro do edifício, seja de pessoas ou equipamentos elétricos. A primeira situação consiste principalmente na entrada de energia através dos vãos envidraçados. Dado que há uma necessidade de proteger a casa com forte isolamento, apenas o vidro permanece como o principal condutor de calor. A segunda situação é a energia gerada pelos ocupantes e equipamentos elétricos. Durante o dia há uma tendência para ter o equipamento desligado e frequentemente as cortinas puxadas, significando a ausência total de energia. Esta atitude está correta no Verão, mas no Inverno é contraproducente porque impede o uso da estrutura arquitetónica do edifício de gerar ou aproveitar a energia [11].

4. RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS

4.1. Orientação do edifício

Sem dúvida, a melhor e mais vantajosa orientação de uma habitação, sempre tendo em conta a eficiência energética, será a orientação Sul, uma vez que permite ganhos solares significativos e controlo total do sobreaquecimento através de proteções. Idealmente, seria poder voltar todas as casas a Sul, o que nem sempre é viável por diversos fatores, como as necessidades de arejamento e ventilação, a vista e ainda fatores estéticos e de relevo.

Com intenção de descobrir e poder representar adequadamente a orientação do edifício onde o sistema de aquisição de dados está instalado recorreu-se a recursos da arquitetura, como a carta solar muito utilizada na resolução de problemas de insolação e sombreamento, pois são de fácil utilização e muito intuitivas. Na carta solar são representados: o Azimute, variando de 0° a 360° ; a altura solar, variando de 0° a 90° ; e as trajetórias solares aparentes, ao longo do dia.

A Figura 2 representa a trajetória solar do edifício em estudo para o dia 16 de abril de 2019. A carta solar encontra-se no Anexo 1, e foi construída com a ferramenta “Sun Position”, disponível em [12]. Como pode ser visto, este não apresenta a orientação ideal, pois está orientado para leste.



Figura 2: Radiação solar incidente na fachada de um edifício para o dia 16/04/2019.

A utilização de sistemas de sombreamento, conjuntamente com soluções de controlo do tipo estudada nesta dissertação, são particularmente eficientes no caso em que a orientação dos edifícios solar é mais correta.

4.2. Sistema aquisição de dados

Muitas situações práticas têm uma natureza diferente e em função dos valores observados por meio de uma amostra é possível inferir parâmetros de interesse, de maneira a gerar dados que podem ser manipulados por um computador.

Com finalidade de verificar o que é descrito no referencial teórico - que a radiação solar desempenha um papel fundamental para aumentar a temperatura interior durante o Inverno e que, com o decréscimo da incidência solar ao final do dia, tende-se a perder esse calor - foi construído um sistema de aquisição de dados com o auxílio de uma placa de prototipagem Arduino Uno. A placa conta com dois sensores de temperatura e humidade DHT22, um para instalação no interior do edifício e outro para instalação no exterior, cujas ligações se fazem via cabo.

Há ainda no exterior da edificação um sensor de luminosidade LDR (Light Dependent Resistor) - um componente eletrônico passivo do tipo resistor variável. Mais especificamente, é um resistor cuja resistência varia conforme a intensidade da luz. Da maneira que foi montado, o LDR varia os valores reportados em relação a luminosidade entre 0, para quando há grande luminosidade, e 1023 para quando não há presença de luz. Estes valores são a representação digital gerada a partir de uma grandeza analógica e representam a variação de corrente elétrica após sua conversão analógico-digital.

A montagem desse sistema pode ser vista na Figura 3, o sensor LDR é ligado em série com um resistor padrão com uma única tensão de alimentação. Isto tem uma grande vantagem, a tensão na saída sofre variação em função do nível de luz a que está exposto.

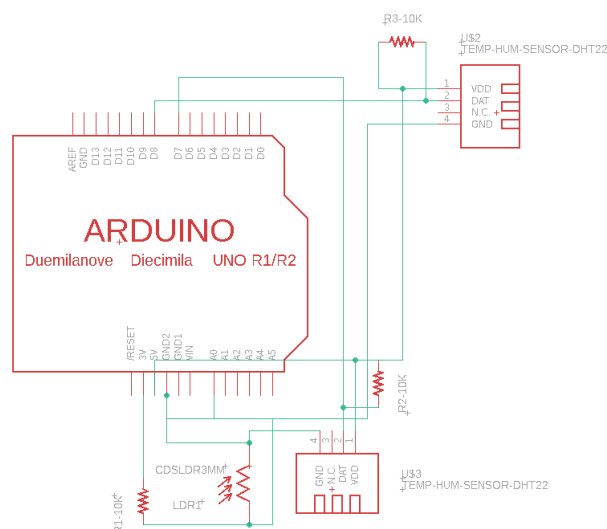


Figura 3: Montagem esquemática do Arduino para a aquisição de dados de temperatura.

O valor da queda de tensão através de resistência em série R1 é determinada pelo valor da resistência do LDR (Rldr). A capacidade de gerar tensões diferentes produz um circuito que se denomina divisor de tensão - Figura 4. A corrente através de um circuito em série é igual, como o LDR altera o valor de sua resistência em função da intensidade da luz, a tensão presente em Vout é determinada pela fórmula de divisão de tensão entre resistências. O valor da resistência do LDR (Rldr) pode variar de 100Ω à luz do sol até 10MΩ na escuridão absoluta. É esta variação de resistência que produz a variação de tensão na saída Vout, que é usada para medição da intensidade luminosa.

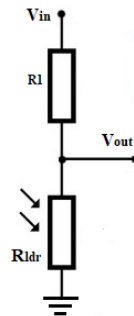


Figura 4: Divisor de tensão LDR.

$$V_{out} = V_{in} \frac{R_{ldr}}{R1 + R_{ldr}}$$

- Vin: Tensão de Entrada
- Vout: Tensão de Saída
- Rldr: Resistência do LDR que varia em função da luz recebida
- R1: resistência de valor fixo

As leituras foram realizadas a intervalos de dois minutos e exportadas para uma tabela de Excel, afim de se conseguir medir as diferenças de temperatura no interior e exterior da habitação. Para fazer o Arduino comunicar com o Excel, de maneira simples, utilizamos um software já existente, o “Arduino Excel” que é uma poderosa interface do MS Excel para o Arduino que suporta a troca de dados em ambas as direções. Esta interface foi criada por Roberto Valgolio e é disponibilizada em seu web site [13]. A utilização desta ferramenta se deu pelo fato da mesma suprir as necessidades e proporcionar economia de tempo, comparativamente ao que seria necessário para criar de raiz uma interface semelhante.

A lógica é construída no esboço Arduino com instruções como as representadas no Quadro 1. O código completo encontra-se no anexo 2.

```
// escreve o valor do variável x na planilha 'Exemplo' célula 'B5' com dois dígitos decimais
myExcel.writeIndexed ("Exemplo", "B5", x, 2);
ou
// obtém o valor da planilha 'Teste' célula 'A3' e o coloca na variável y
ret = myExcel.get ("Teste", "A3", y);
```

Quadro 1 Código para a comunicação Arduino/Excel.

No Excel basta pressionar “Ctrl + A” e a janela da Figura 5 aparecerá, nela configura-se apenas a porta COM que o Arduino está conectado e a velocidade de comunicação.

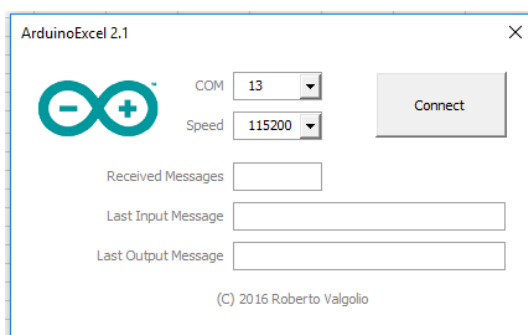


Figura 5: Configuração Excel.

A Figura 6 mostra um exemplo de como os dados são obtidos. Foi definido um delay de dois minutos no loop do código, assim a escrita se dá com uma periodicidade de dois minutos. Os dados recolhidos estão organizados da seguinte forma: data na célula A, hora na célula B, temperatura exterior na célula C e valor do LDR exterior na célula D. Do interior temos a temperatura na célula E.

	A	B	C	D	E
1					
2	Externo				Interno
3	Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)
4	15/04/2019	06:00:00	13,0	931,0	14,1
5	15/04/2019	07:00:00	13,4	403,0	14,9
6	15/04/2019	08:00:00	14,2	413,5	16,4

Figura 6: Exemplo dos dados obtidos.

4.3. Análise dos dados recolhidos

Além dos dados obtidos através da solução descrita na seção 4.2, o Laboratório de Agroclima, da Escola Superior Agrária, do Instituto Politécnico de Bragança teve a amabilidade de nos facultar os dados da estação meteorológica, correspondentes ao ano de 2018 e parte de 2019. Dados estes que foram utilizados para efeitos comparativos com os adquiridos pelo sistema mencionado no tópico anterior.

A análise destes dados leva em consideração o mês de abril, sendo excluído somente o dia 14 por falta de informações, como pode ser visto no Gráfico 1. Abril mostra-se um mês com grandes amplitudes térmicas, um cenário ideal para a análise, pois apresenta enormes potencialidades em termos de ganhos de eficiência.

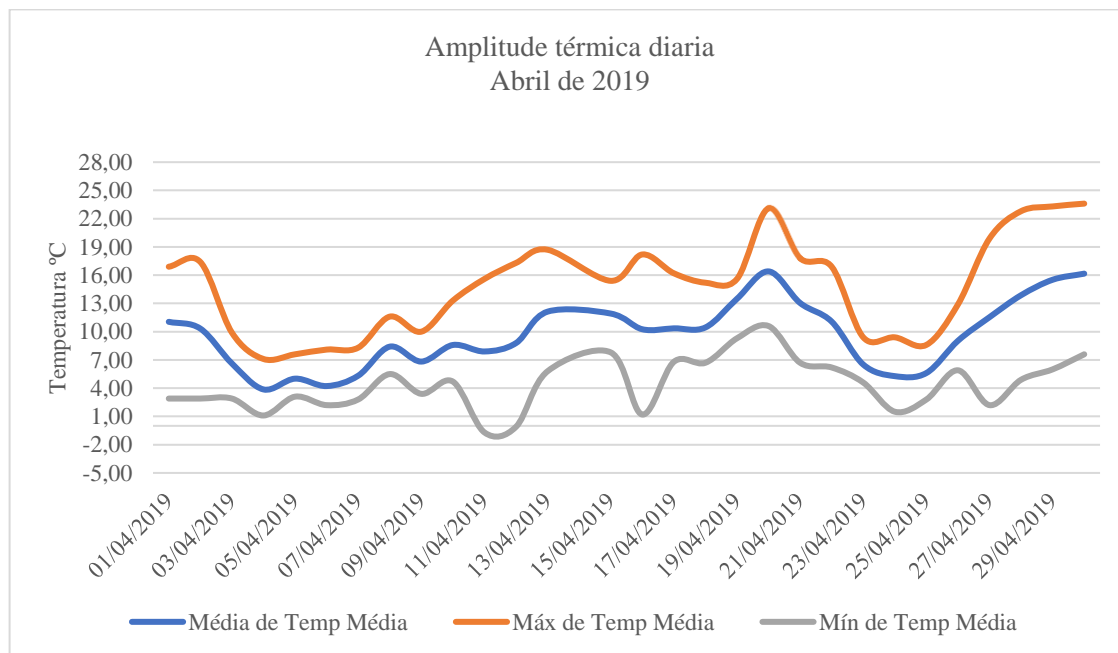


Gráfico 1: Amplitude térmica diária.

Pode ser visto claramente a distância da linha de temperatura da média mínima, em relação à linha de temperatura da média máxima. Essa diferença chega a ser de 17,4°C para o dia 12/04/2019, onde a média mínima foi de -0,1 e a média máxima de 17,3°C.

Os dados obtidos com o auxílio do Arduino foram salvos em forma de planilhas em um documento do Excel. Estes dados foram colhidos com uma periodicidade de dois minutos, todos os dias iniciando aproximadamente às 06:00 e finalizando as leituras às 22:00. Como os dados diários fornecidos pela estação meteorológica são apresentados por uma média horária, foi calculado para todos os dias a média horária das informações obtidas através do Arduino, para assim permitir a comparação com as os dados da estação meteorológica. Todas estas tabelas podem ser conferidas no anexo 7.

A partir destas informações foi viável calcular a média mensal por horário, como pode ser visto no Gráfico 2. Este gráfico foi crucial para modelar os parâmetros de acionamento e variáveis dentro do código de controle do dispositivo.

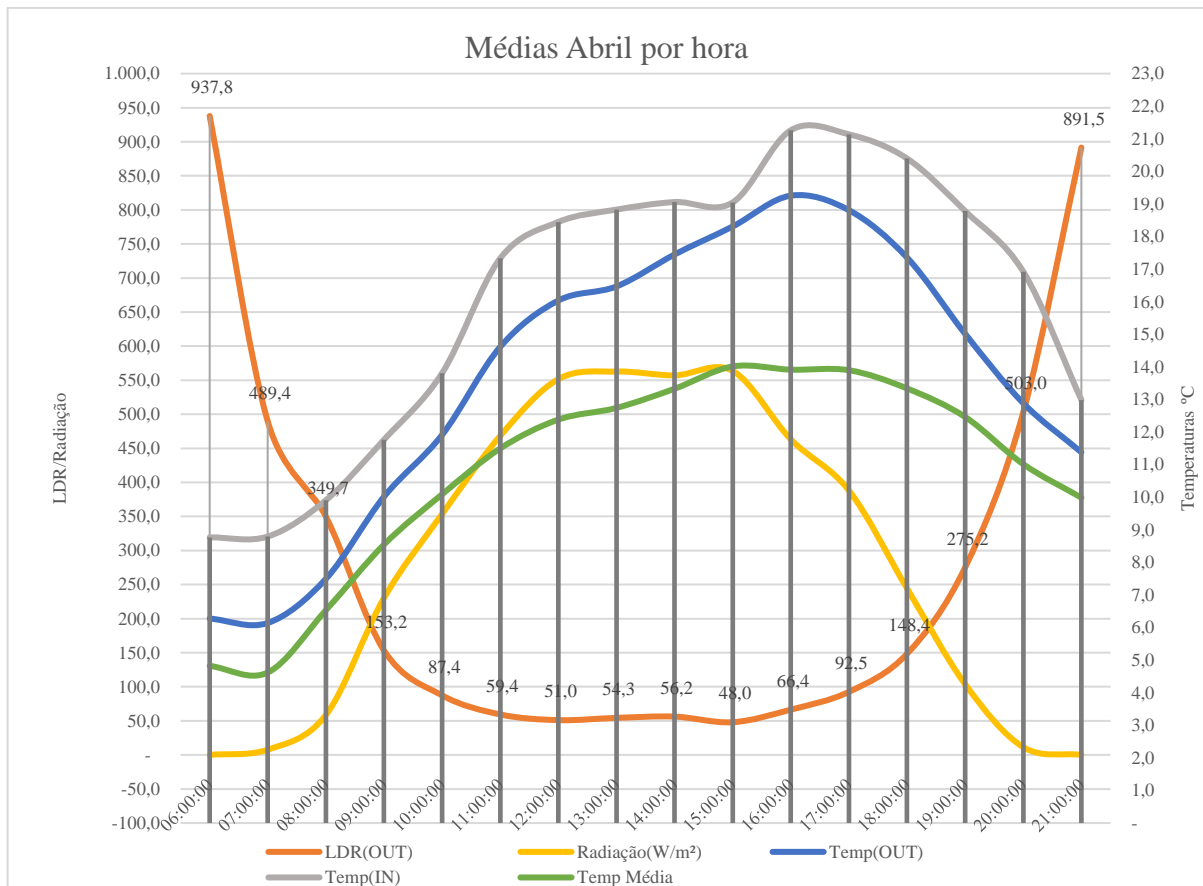


Gráfico 2: Médias das medições de abril.

Podemos observar uma relação de proporção inversa entre o sensor LDR e os dados de radiação fornecidos pela estação meteorológica. O que é um bom indicativo pois mostra que o sensor LDR cumpre, mesmo que com medidas adimensionais, uma boa relação de proporcionalidade com a radiação, manifestando ser possível utilizá-lo como parâmetro, desde que bem definido os valores, para acertar os pontos de possível abertura e/ou fecho dos estores.

A média mensal das informações fornece uma visualização generalizada e mostra a possível viabilidade do sistema, onde pode ser observado o crescimento do valor da resistência do LDR concomitante à diminuição da radiação, sendo possível visualizar que começa a ser viável realizar a abertura dos estores quando o valor do LDR está abaixo de 100 e o fecho quando está acima deste valor. Mas se atenta às informações diárias, ou seja dia-a-dia, pois apresentam um gráfico do comportamento real, e não uma média onde temos uma linha formada por dias chuvosos e ensolarados. Estas leituras diárias fornecem uma visualização ideal para retirada de valores, pois assim podemos definir parâmetros com base nos dias ensolarados, e também nos chuvosos/nublados de forma separada, estes que serão usados como ponto de controlo para desencadear ações, como podemos ver no Gráfico 3 que representa o dia dezasseis de abril.

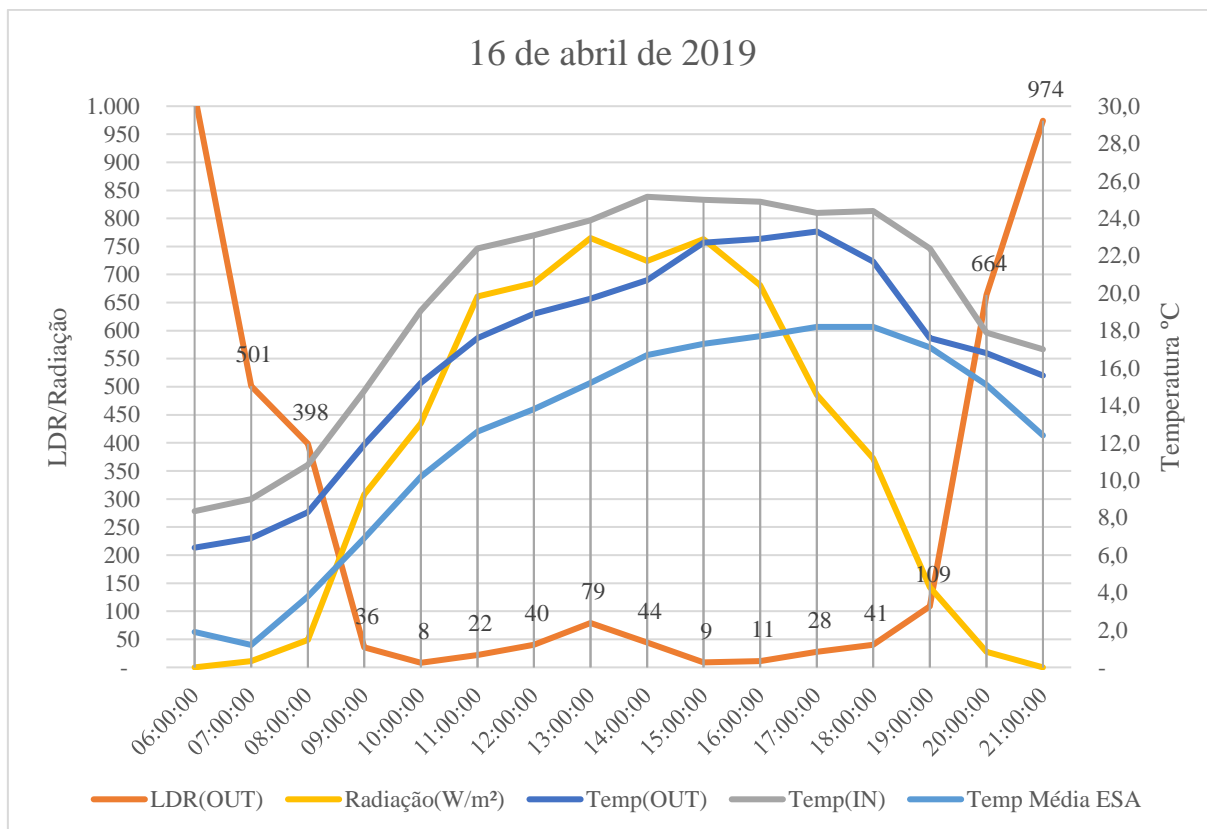


Gráfico 3: 16 de abril de 2019.

Pode ser observado claramente o aumento da temperatura consoante o aumento da radiação solar e, evidentemente, o decréscimo dos valores lidos pelo sensor LDR. O gráfico evidencia o aumento da temperatura conforme os valores decrescem abaixo de 100 e conforme este valor se mantém baixo temos um aumento gradativo da temperatura. Logo ao início do dia têm-se temperaturas baixas em torno de 7°C e, tanto a temperatura quanto a radiação solar, não aumentam significativamente antes das 08:00. Com o decorrer do dia, e conseqüente aumento da radiação solar, podemos ver uma considerável elevação da temperatura, atingindo seu ápice às 14:00, onde alcança os 25.2°C que se mantêm praticamente inalterados até aproximadamente às 18:00.

Decorrendo o dia e encaminhando-se para o anoitecer, é visto o decaimento da radiação solar, aumentando os valores do LDR e, por conseqüência, o declínio da temperatura. O Gráfico 4 evidencia mais claramente estas afirmações, representa o fim da tarde e anoitecer, respetivamente das 15:00 até às 21:00.

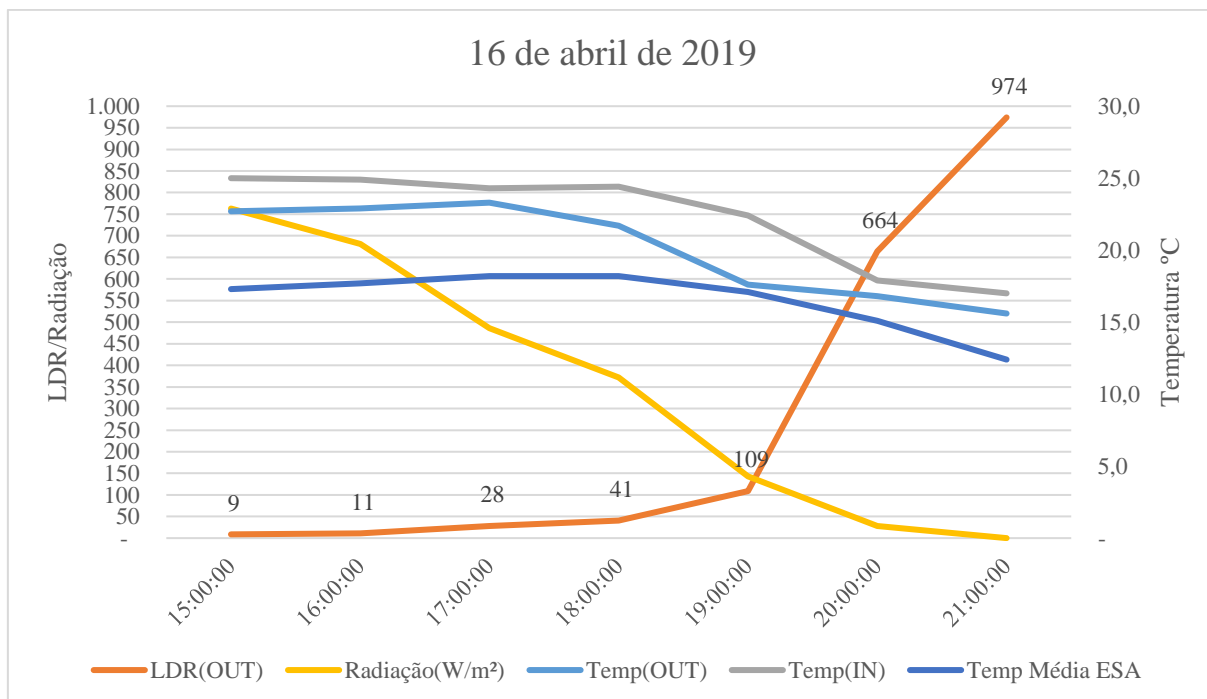


Gráfico 4: Temperatura e LDR dia 16/04/2019.

Percebe-se que, tanto o decaimento interno, como o externo da temperatura, começam com a aproximação do valor de 100 lido pelo LDR, e esta queda se acelera assim que este valor ultrapassa a casa das centenas, sendo um ótimo indicador para uma intervenção, como determinar o ponto de fecho dos estores.

Outro fator a observar é que a radiação solar começa a cair com antecedência, mas este decaimento nos valores lidos pelo LDR é mais tardio, isso se dá pelo facto do sensor LDR variar em relação à luminosidade, que se mantém alta por mais algum tempo. Já a luz solar que chega à superfície da Terra ao amanhecer e ao anoitecer deve atravessar uma camada de atmosfera muito maior do que quando o Sol está elevado no céu. Ao atravessar mais atmosfera, mesmo que ela seja límpida, ainda com um bom efeito iluminador, há mais espalhamento de Rayleigh para as frequências próximas ao violeta, apresentando assim o fenómeno de sol com tons avermelhados e alaranjados.

Por esta razão e também pela maior absorção de todas as frequências, ao atravessar uma extensão maior da atmosfera, a intensidade da radiação solar na superfície da Terra é bem menor com o Sol próximo do horizonte, do que quando o Sol está elevado.

Há também que considerar que em dias nublados e chuvosos a radiação solar é bloqueada pelas nuvens, logo não há grande incidência direta e assim tendo pouca influencia no aquecimento e sendo mais viável manter os estores fechados - quando se visa a eficiência térmica. Como foi observado no dia dezasseis, o aumento da temperatura foi na ordem de 18°C

em seu pico superior comparado ao início do dia, onde se encontrou as temperaturas mais baixas. Este acontecimento não se observa para o dia quatro, que foi um dia predominantemente nublado e chuvoso, o Gráfico 5 solidifica estas afirmações.

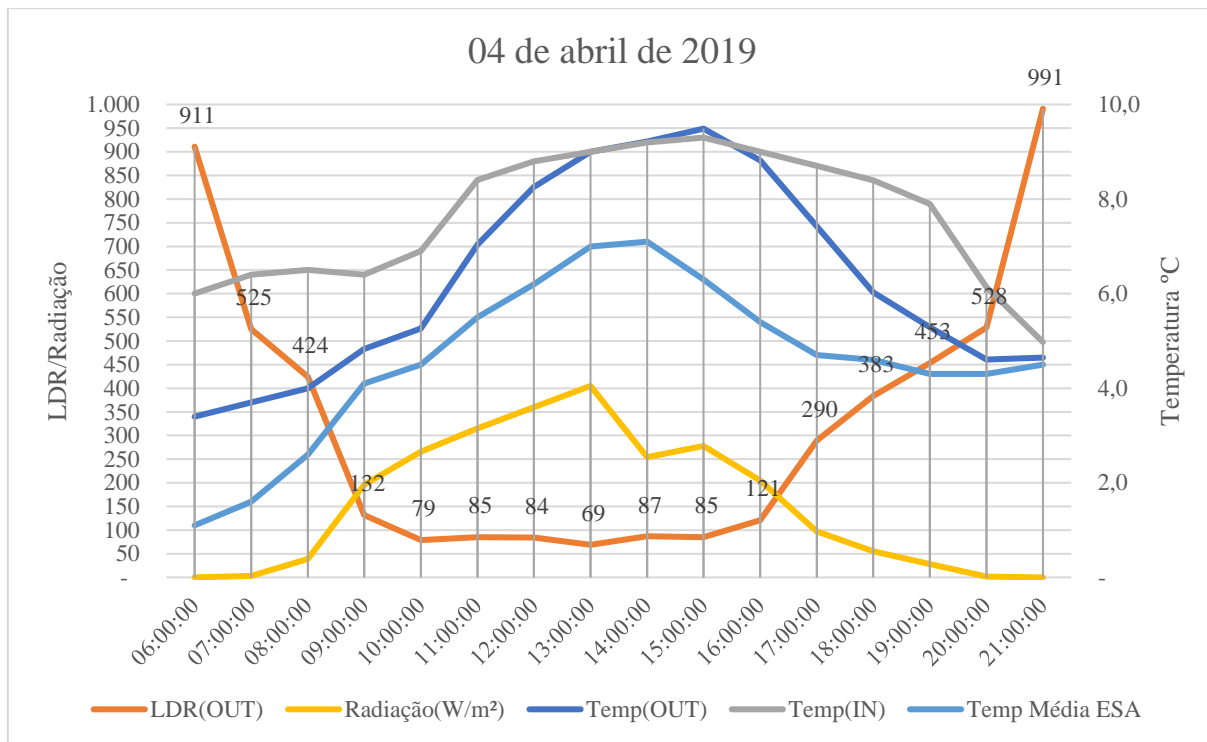


Gráfico 5: 04 de abril de 2019.

Neste dia, o aumento de temperatura interna não é significativamente auto, mostrando que a baixa radiação solar, com valores de LDR acima de 80, não exerce grande influência para a melhoria do conforto térmico, sendo uma melhor opção manter os estores fechados.

4.4. Erros nas medições

Foi calculado o erro relativo percentual entre os sensores utilizados internamente e externamente. Para testar sua confiabilidade foram colocados lado a lado, no mesmo ambiente e sujeitos às mesmas condições. Após uma amostragem de 64 leituras e com uma periodicidade de dois minutos entre cada leitura, o valor de erro relativo percentual apurado foi menor a 1%, mais especificamente 0,9938% - ver Anexo 3.

Foi também calculado o erro relativo percentual entre o sensor externo e as temperaturas fornecidas pela estação meteorológica, que pode ser visto na Tabela 1. Aqui já se observa um erro médio de 20% visto que são sensores diferentes e trabalham de forma totalmente diferente, já que a estação meteorológica mede a temperatura do ar e está protegido da incidência solar. Observa-se que esta discrepância ocorre, pois o sensor DHT22 que é utilizado para aquisição

pelo sistema desenvolvido está exposto ao sol e sofre um pequeno aumento de sua temperatura por receber calor em forma de radiação.

Tabela 1: Erro relativo percentual entre temperatura do sensor externo e da estação meteorológica.

Time	Temp(OUT)	Temp Média ESA	ERRO %
06:00:00	6,3	4,8	23%
07:00:00	6,1	4,6	25%
08:00:00	7,5	6,5	13%
09:00:00	10,0	8,5	15%
10:00:00	11,9	10,1	15%
11:00:00	14,6	11,5	21%
12:00:00	16,0	12,4	23%
13:00:00	16,5	12,7	23%
14:00:00	17,4	13,3	24%
15:00:00	18,3	14,0	23%
16:00:00	19,3	13,9	28%
17:00:00	18,8	13,9	26%
18:00:00	17,4	13,3	23%
19:00:00	15,0	12,5	17%
20:00:00	12,9	11,0	15%
21:00:00	11,4	10,0	12%
MÉDIA			20%

Outro ponto a ser avaliado é que após as 19:00, como apontado nos gráficos, podemos observar um grande aumento do valor lido pelo LDR indicando uma diminuição de luminosidade. Isso ocorre devido ao sombreamento no edifício, esta é uma ocorrência a se evidenciar, pois como pode ser visto na Figura 7, os andares inferiores sofrem antecipadamente com este efeito.

Isto demonstra as vantagens da utilização de sensores em detrimento de predefinições horárias, pois estas não consideram este tipo de efeito, muito menos condições climáticas.



Figura 7: Edifício em análise.

5. CASO DE ESTUDO

Em termos gerais foram estudados muitos dos conceitos que envolvem os estores e seu uso, tais como: influencia nas perdas térmicas ou ganhos indesejáveis; e tipo de funcionamento (mecânico, acionamento elétrico por interruptores ou automatizado). Assim segue representado ao longo deste capítulo as tecnologias estudadas e os sistemas que serviram como base para todo o projeto ser possível.

5.1. Estores e seu funcionamento

Estores são formados por laminas que podem variar em tamanho e no que ao material concerne: alumínio, PVC, entre outros. Em seu interior também é comum a injeção de materiais que aumentem a capacidade de isolamento térmico, como o poliuretano. As lâminas são imbricadas de modo a facilitar o enrolamento e podem ser enrolados totalmente de forma a ficarem ocultas e permitirem um vão livre, ou desenroladas, fechando parcialmente ou integralmente o exterior de uma janela.

A operação dos estores é basicamente igual, independentemente do tipo de mecanismo, (fita, de mola, ou motorizados), as laminas serão enroladas ou desenroladas dentro do caixilho, geralmente na parte superior da janela. Os sistemas motorizados tornam muito mais fácil o controle, não sendo necessário ações manuais, e pode-se controlar os estores com apenas um toque de botão. É importante realçar que os motores já contam com o sistema de paragem, para abertura e fecho. O sistema de motorização é instalado dentro do caixilho quando se deseja converter estores comuns, ou simplesmente o estore já é idealizado pelo fabricante em uma solução completa, contando com todo o sistema necessário, conforme ilustrado na Figura 8.

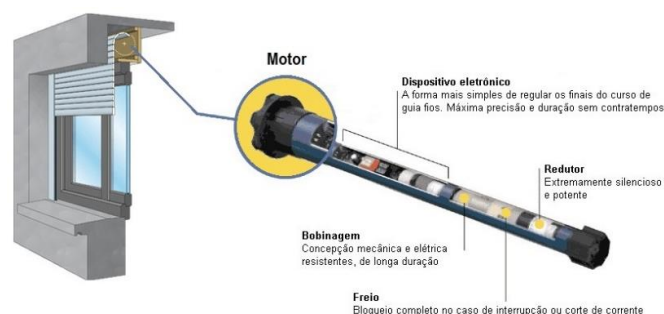


Figura 8: Funcionamento motor estore [14].

A potência dos motores pode variar de acordo com a sua aplicação – característica essencial para a correta seleção dos relés, para que possam operar em diversos casos sem avarias ou colocar em risco a segurança. No Anexo 4 pode-se consultar a tabela de motores de uma determinada marca, onde sua potência pode variar desde 126W até 580W.

5.2. Interruptor

Para ser possível dimensionar e alterar a forma de acionamento convencional dos estores é necessário conhecer como essa é efetuada e assim, selecionar componentes que juntamente com sistema de controlo farão este acionamento de forma automatizada. E em estores elétricos, os interruptores basicamente operam de maneira a desviar a corrente de um condutor para outro, polarizando o motor elétrico no sentido de giro horário ou anti-horário, assim abrindo ou fechando o mesmo. Na Figura 9 pode ser vista a simbologia de funcionamento do mesmo, um simples interruptor de comutação de um polo e acionamento duplo, assim o terminal COM (comum) está conectado a L1 ou a L2.

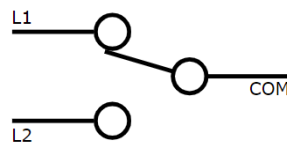


Figura 9: Interruptor de comutação de um polo e acionamento duplo.

A sua abreviação e especificação eletrônica é designada por SPDT do inglês “*Single pole, double throw*” ou SPCO, “*Single pole, centre off*” semelhante ao SPDT, mas para interruptores com uma posição estável desligada no centro, sendo este o mais utilizado por estores elétricos.

5.3. Dimensões do interruptor

De modo a satisfazer a intenção do dispositivo de substituir um interruptor simples, todo o sistema deve ser encaixado perfeitamente na caixa de aparelhagem, que é encastrada na parede. Neste sentido, para o desenvolvimento da envolvente do sistema eletrónico, seguiu-se as dimensões descritas na norma europeia EN 60669-1.

Um exemplo de uma caixa de aparelhagem com as respetivas dimensões encontra-se representado na Figura 10. A profundidade pode variar de acordo com o fabricante, mas normalmente não ultrapassa os 62 mm, nem é menor do que 40mm.

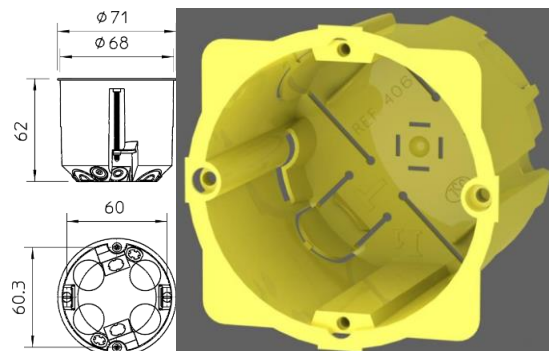


Figura 10: Caixa de aparelhagem.

6. DESENVOLVIMENTO DO HARDWARE

O desenvolvimento deste projeto leva em consideração a atuação em estores já motorizados, com foco no sistema de tomada de decisões. Não se objetiva substituir o sistema como um todo, mas somente o interruptor comum, no sentido de aferir o contexto, incluindo variáveis ambiente e implementar a lógica desenvolvida neste trabalho. Foi desenvolvido um circuito eletrônico que possibilita a atuação dos motores, a captação dos sinais luminosos e a transmissão sem fio por meio de um sinal de internet Wi-Fi. Este circuito conta com vários subsistemas, sendo eles: circuito de alimentação, circuito interruptor, circuito do sensor, circuito de controlo e processamento, botões e sensores.

Para o dimensionamento, primeiramente foi montado e utilizado para testes um sistema com uma placa de prototipagem e breadboard, conforme pode ser visto na Figura 11, que facilita a troca constantes de componentes e a realização de testes.

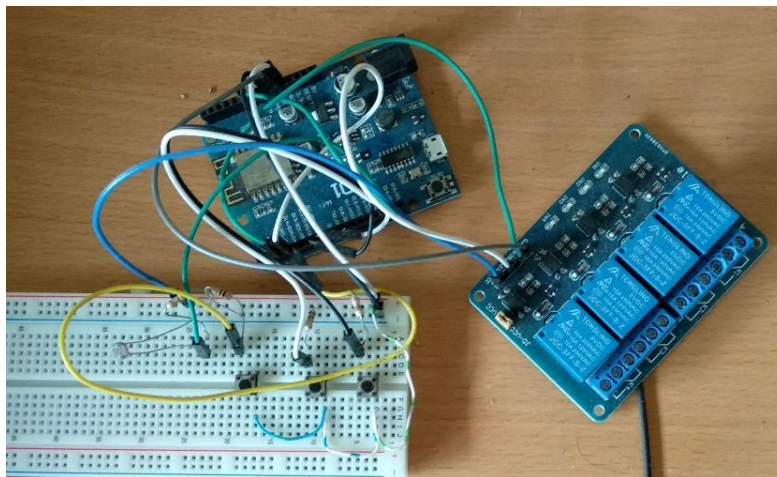


Figura 11: Breadboard com montagem teste.

6.1. Circuito de alimentação

O circuito de alimentação conta com uma fonte de 3,3V Hi-Link HLK-PM03, que pode ser vista na Figura 12, e que permite alimentar qualquer equipamento até 3,3V/3W diretamente a partir de qualquer tensão AC 100-240v de um modo simples. De realçar que esta fonte apenas serve para alimentar o circuito de controlo. Os estores são alimentados por um circuito próprio, normalmente já existente na instalação.

O produto foi desenhado para garantir os certificados de segurança UL e CE; com nível de proteção de incêndio 94-V0 Normas de segurança: em conformidade com UL1012, EN60950, UL60950; Isolamento de Tensão: I / P-O / P: 2500VAC Resistência de Isolamento : I / PO / P > 100M Ohms / 500VDC 25 °C 70% RH; Condutividade e

radiação: Em conformidade com EN55011, EN55022 (CISPR22); Descarga electrostática: IEC / EN 61000-4-2 level 4 8kV / 15kV RF; e Imunidade à radiação: IEC / EN 61000-4-3.



Figura 12: Fonte de Alimentação 5V.

6.2. Circuito do sensor

Em vez de se utilizar um amplificador operacional para gerar a tensão entre 0V e 5V e atuar como uma entrada analógica no circuito de controlo, optou-se apenas pelo componente LDR para a captação do sinal de luz. A escolha é justificada pelo facto do LDR possuir grande variação de resistência que, quando colocado em um divisor de tensão e submetido à variação de luminosidade, proporciona uma variação suficiente de tensão para os padrões de leitura do sistema de controlo.

É utilizado um divisor de tensão exatamente igual o descrito na seção 4.2 com um resistor de 10Ω . A variação da resistência do próprio LDR serve para gerar a variação de tensão utilizada na entrada analógica do circuito de controlo. A medida permite que o estore abra automaticamente quando há luminosidade externa e promova a iluminação do ambiente sem a necessidade da utilização de lâmpadas. No Inverno possibilita o aquecimento do ambiente assim diminuindo os gastos com aquecimento.

6.3. Interruptor

Com o objetivo de facilitar o manuseio do produto pelo usuário, definiu-se que o desenho do interruptor deveria ter uma interface limpa e de simples, composta unicamente por dois botões utilizados como interruptores comuns.

Neste circuito utilizam-se botões *push button*, conforme mostrado na Figura 13. Compõem o circuito interruptor dois botões para comandos de abertura e fecho do estore e um terceiro botão para “reset” das configurações.



Figura 13: Representação do Push Button utilizado.

Nos testes realizados na breadboard, os botões foram ligados a uma tensão de 3.3V, a mesma tensão do circuito de controlo. Cada botão foi testado verificando-se se quando pressionado, habilitava a tensão de 3.3V. Foram utilizados resistências de pull-down, conforme Figura 14, que fazem com que a tensão de saída dos botões permaneça em 0V enquanto o botão não é pressionado.

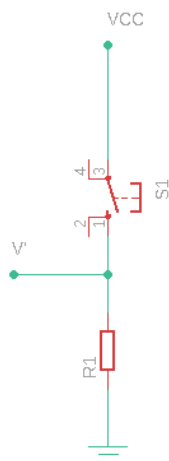


Figura 14: Resistência de pull down para os botões.

Este circuito é usual no contexto da eletrônica digital, pois temos dois níveis lógicos, alto e baixo, habitualmente representados na eletrônica digital por 5V ou 3.3V e 0V.

É imprescindível que esses dois níveis estejam bem definidos para garantir a funcionalidade de qualquer circuito eletrônico digital, sendo eles portas lógicas, microcontroladores e todos os tipos de sistemas embarcados. Se houver a oscilação dos sinais que são utilizados como níveis lógicos, os microcontroladores e demais circuitos integrados não saberão definitivamente qual o nível/estado, podendo dar origem a efeitos indesejáveis, ao nível da lógica de controlo ou mesmo da ativação das saídas, sem que tal seja o pretendido. Este fenómeno é designado por estado de flutuação, cuja indefinição resulta dos ruídos eletrostáticos do ambiente.

Uma das formas de definir o nível lógico para a detecção do nível de potencial nos circuitos eletrônicos digitais é fazer uso do resistor de pull-up, garantindo que o valor recebido na entrada digital é de nível alto sempre que o interruptor estiver aberto, e quando este está fechado leva o nível a zero. Outra forma é o pull-down, que tem o mesmo princípio do pull-up, mudando apenas a lógica de funcionamento, isto é, mantém o estado lógico da entrada em zero enquanto o interruptor estiver aberto, garantido também que o estado lógico da entrada digital muda apenas quando o interruptor é fechado.

6.4. Relés

O relé é um interruptor eletromecânico cuja a movimentação física ocorre quando a corrente elétrica percorre as espiras da bobina do relé, que funciona como um ímã e, portanto, atrai e desloca o contato, como ilustrado na Figura 15. Uma bobina ao receber uma tensão nos seus terminais, cria um campo magnético que através do seu núcleo atrai o induzido, fechando os contactos entre os pontos A e B.

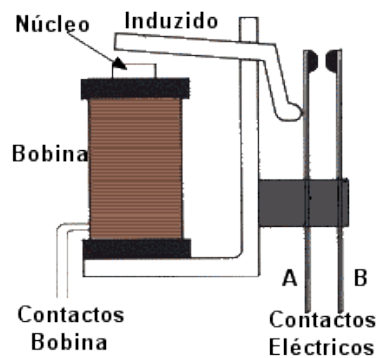


Figura 15: Funcionamento Relé.

Sendo assim, uma das aplicações do relé é usar baixas tensões e correntes para o comando no primeiro circuito, protegendo o circuito do microcontrolador das possíveis altas tensões e correntes que irão circular no segundo circuito. São amplamente utilizados em automação residencial e comercial, como portões eletrônicos, acionamento de lâmpadas, janelas eletrônicas e milhares de outras aplicações. Podemos acionar um relé com um microcontrolador, ou simplesmente polarizar a sua entrada.

Nos relés usados em eletrônica, os contatos aguentam normalmente de 2 a 10 amperes e mais de 250 volts, sendo que a bobina pode ser acionada com sinais de 3.3 a 5 volts. Dessa forma, é possível acionar grandes cargas com um sinal de baixa tensão, que pode vir até mesmo de um simples microcontrolador.

6.5. Circuito de controlo

O circuito de controlo é formado pelo microcontrolador ESP8266, do fabricante chinês Espressif, que revolucionou o movimento *maker* ao disponibilizar este microcontrolador por um preço acessível e pela rápida forma como potenciou a sua disseminação. O que mais chama atenção é que possui Wi-Fi integrado, possibilitando a conexão de diversos dispositivos à internet ou rede local. Para facilitar o uso desse chip, vários fabricantes criaram módulos e placas de desenvolvimento. Essas placas variam em tamanho, número de pinos ou tipo de conexão com computador.

Inicialmente foi utilizado a placa Wemos D1- Mini, Figura 16, uma plataforma de prototipagem. As diferenças mais básicas em relação ao Arduíno são o conector micro USB e um ESP8266-12E. Foi escolhida devido à sua disponibilidade previa e facilidade para utilização junto a uma breadboard, assim facilitando todos os testes e ajudando imensamente no desenvolvimento e modelagem, tanto de hardware, quando do software de controlo.

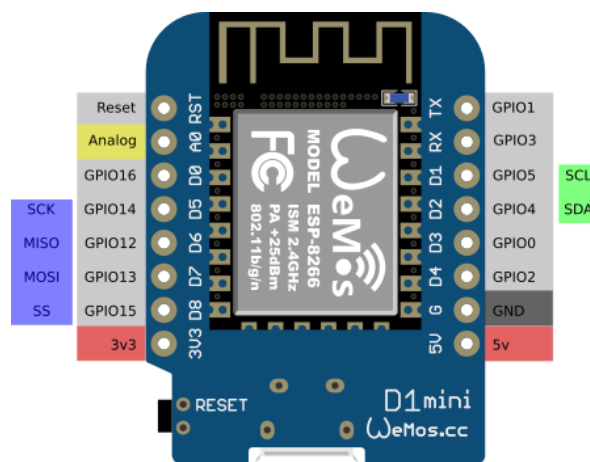


Figura 16: Pinout Wemos D1.

6.6. Protótipo

O primeiro protótipo montado pode ser visto na Figura 17. Conta com todos os componentes necessários para testar em cenário real o funcionamento da solução. Indicado por uma seta amarela temos o LDR para leitura de luminosidade exterior e três botões, sendo suas funcionalidades: redefinição de configuração - indicado pela seta vermelha, este botão apaga todas as configurações feitas pelo usuário e todos os dados recolhidos, retornando às configurações padrão; indicado pela seta azul temos o botão de abertura; e indicado pela seta verde temos o botão de fecho. É necessária uma interface física, botões onde o usuário pode sobrepor decisões automáticas, caso prefira.

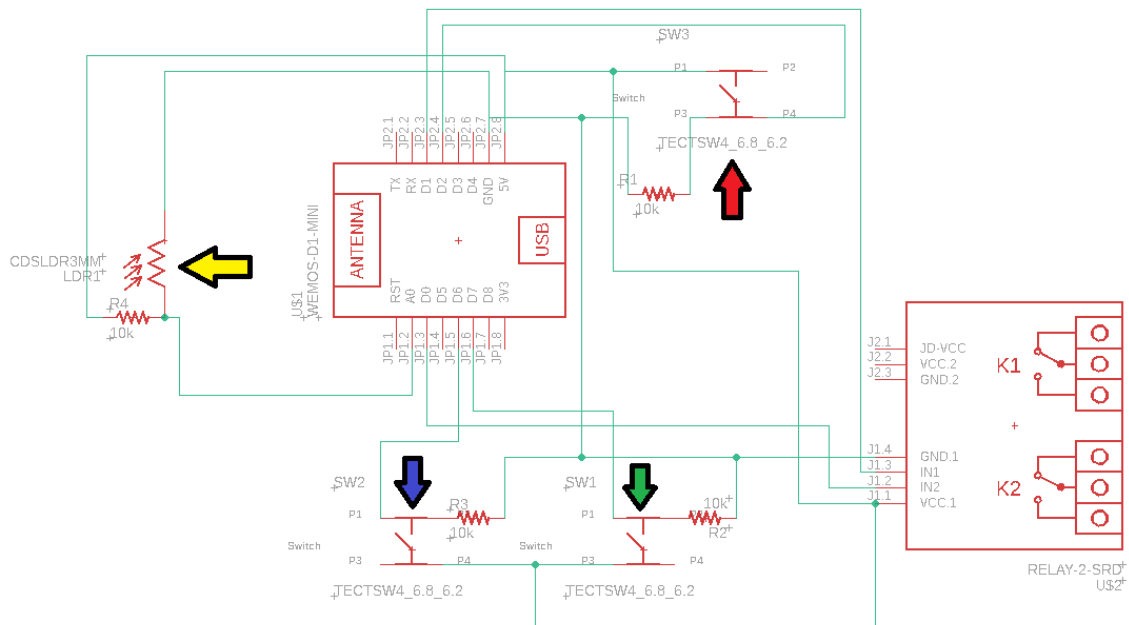


Figura 17: Primeiro protótipo.

6.7. Projeto da PCB

Um circuito impresso, em inglês denominados com as siglas PCB, consiste numa placa isolante de fenolite, fibra de vidro ou outro filme específico, que mecanicamente suporta as pistas, pads e outros elementos condutores que permitem a conectividade dos componentes eletrônicos.

Para o desenvolvimento de todo o circuito utilizamos o software EAGLE que é um editor de layout gráfico pertencente a Autodesk, um aplicativo de automação de design eletrônico (EDA) programável com captura esquemática, layout da placa de circuito impresso (PCB) e recursos de fabricação auxiliada por computador (CAM).

Primeiramente é construída a montagem esquemática, e para se obter um melhor aproveitamento de espaço, substituímos em relação ao protótipo os resistores comuns por resistores SMD do inglês “*surface mounted componentes*”, que são montados diretamente sobre a superfície da placa de circuito impresso, permitindo o aproveitamento de ambas as faces por não requerer furos no PCB. A tabela 2 aponta a relação de peças utilizadas (Bill Of Material), visto que anteriormente - na fase do protótipo, não se fazia necessário a presença de tais componentes, pois já estavam integrados aos módulos utilizados. A Figura 18 mostra a composição do circuito.

Tabela 2: Relação de componentes utilizados.

Peça	Valor	Dispositivo	Descrição
CON1		PIN4_1.25 SMD EMBOSS	Connector 4 pins, 1 row, male
D1	1N4007	1N4007	
D2	1N4007	1N4007	
ESP		ESP8266-12E	ESP8266-12E Library for Eagle CAD
HLK1.3V	HLK-PM03.3v 3W	HLK-PM03 3W	Hi-Link Power Supply
J1		TB003-500-P04BE	Connector Borne 4 pins
Q1	BC848ALT1SMD	BC848ALT1SMD	NPN Transistor
Q2	BC848ALT1SMD	BC848ALT1SMD	NPN Transistor
R1	10K	R-EU_R0805	RESISTOR, European symbol
R2	1K	R-EU_R0805	RESISTOR, European symbol
R3	1K	R-EU_R0805	RESISTOR, European symbol
R4	10K	R-EU_R0805	RESISTOR, European symbol
RELAY01	3.3VDC	RELAYPTH	SPDT relay (COM-00101)
RELAY02	3.3VDC	RELAYPTH	SPDT relay (COM-00101)
SW		TACTSW4	Switch táctil 4 pinos de 5.2x2.8x2.5

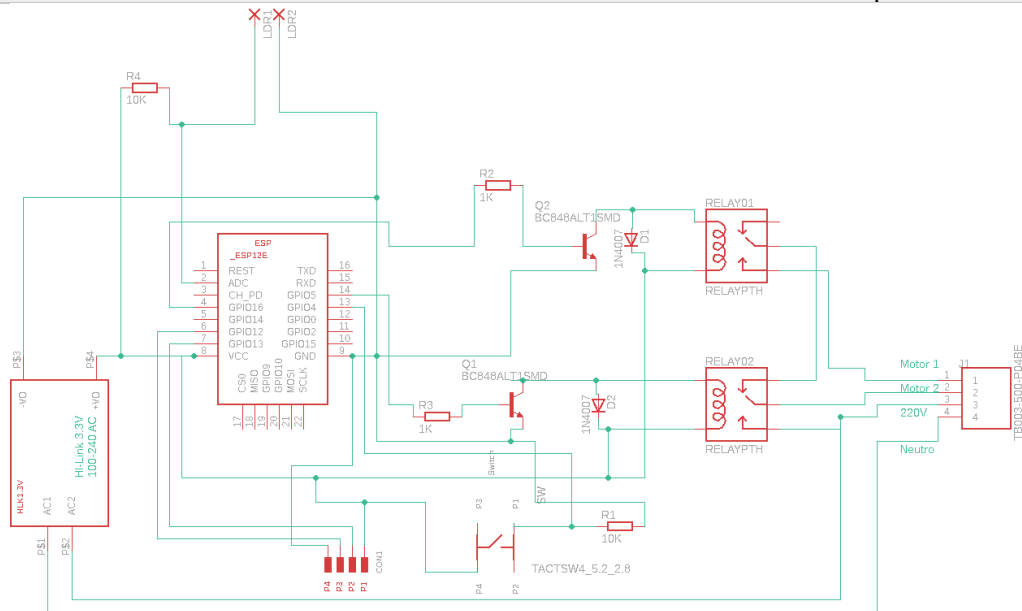


Figura 18: Composição do circuito de controlo.

Com a montagem esquemática pronta e asseguradas todas as ligações, avançou-se para a elaboração da placa. Nesta etapa desenhou-se as rotas que conectam componentes eletrônicos usando trilhas de cobre. Pode ser observado na Figura 19, a organização de todos os componentes e desenho das trilhas - em vermelho as trilhas da face superior e em azul da face inferior.

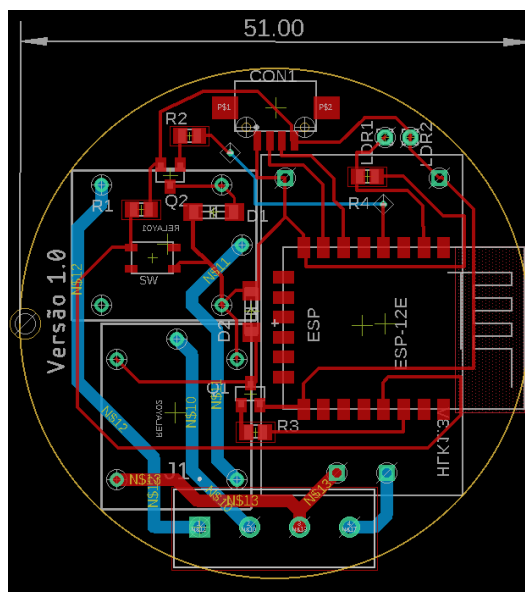


Figura 19: Esquema da placa de circuito impresso.

Para produção da placa foi enviado o projeto para uma empresa que ficou responsável pelo fabrico, foram encomendadas cinco placas (ver Figura 20). A montagem dos componentes foi feita localmente no âmbito dos trabalhos desta dissertação.

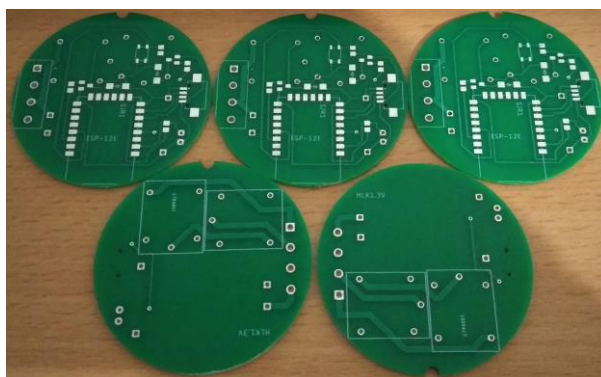


Figura 20: Placa de circuito impresso.

Percebe-se a que o circuito conta apenas com um “*push button*” sendo este o responsável por fazer “*reset*”. Os botões de acionamento foram substituídos por sensores capacitivos, que são capazes de detectar o toque, bastando para tal aproximar o dedo para se reproduzir o efeito de “toque”. Estes sensores ficam ligados ao PCB pelos conetores “CON1”, uma vez que são módulos à parte do PCB central e que vão ser colocados diretamente atrás do espelho do interruptor de comando dos estores, deixando o visual final mais limpo e moderno. Na Figura 21 podem ser visto os sensores utilizados – trata-se de um pequeno PCB (15×11 mm) que inclui o acondicionamento de sinal e utiliza as próprias pistas do PCB para produzir o efeito capacitivo necessário ao funcionamento do sensor como um interruptor.

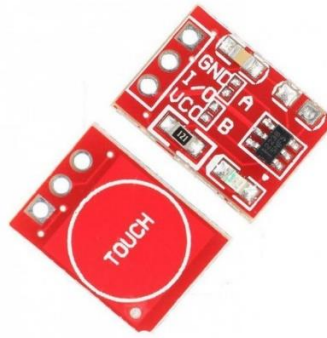


Figura 21: Sensor de toque.

Integrado ao EAGLE temos um painel que mantém o projeto conectado ao Fusion 360, ferramenta 3D de CAD, CAM e CAE que conecta todo o processo de desenvolvimento de produtos em uma única plataforma baseada em nuvem. Com ela facilmente podemos importar o projeto desenvolvido no EAGLE e obter uma representação em três dimensões do PCB - Figura 22.

As alterações efetuadas na placa no Fusion, em itens como posicionamento de componentes, forma da placa ou recortes, são rapidamente transferidas para o EAGLE. E também quando se faz alterações no EAGLE, em itens como posicionamento de componentes, rastreamento de traços etc., é possível atualizar no Fusion 360. A grande vantagem dessa representação em 3D é que pode ser exportada para o software Solidworks, facilitando imensamente o projeto da envolvente.

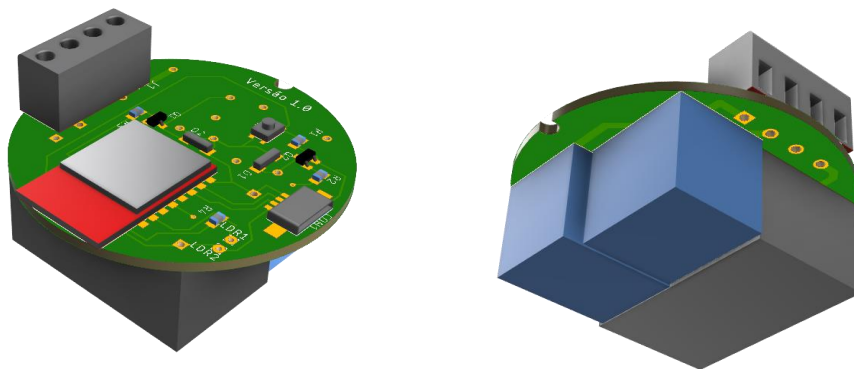


Figura 22: Representação 3D do circuito impresso e componentes.

6.8. Projeto e construção mecânica envolvente do interruptor

Tendo conhecimento das dimensões e com auxílio do software de CAD 3D Solidworks pode-se projetar uma envolvente para o sistema eletrônico, uma vez que foi possível importar os arquivos da placa de circuito impresso. Na Figura 23 temos as dimensões físicas desta placa.

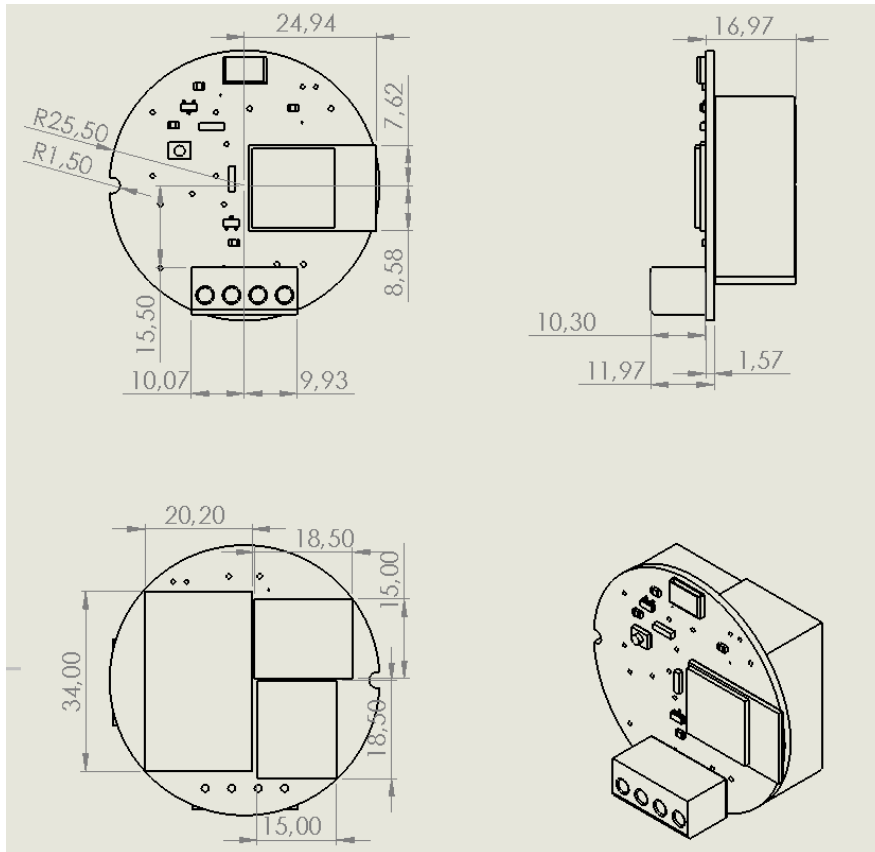


Figura 23: Desenho técnico, dimensões PCB.

Na Figura 24 pode ser visto a montagem explodida do modelo – correspondente ao produto integral a ser comercializado, isto é, todo este conjunto é acomodado na caixa de aparelhagem de parede onde normalmente estão os botões normais de atuação mecânica. O desenho técnico encontra-se no anexo 5.

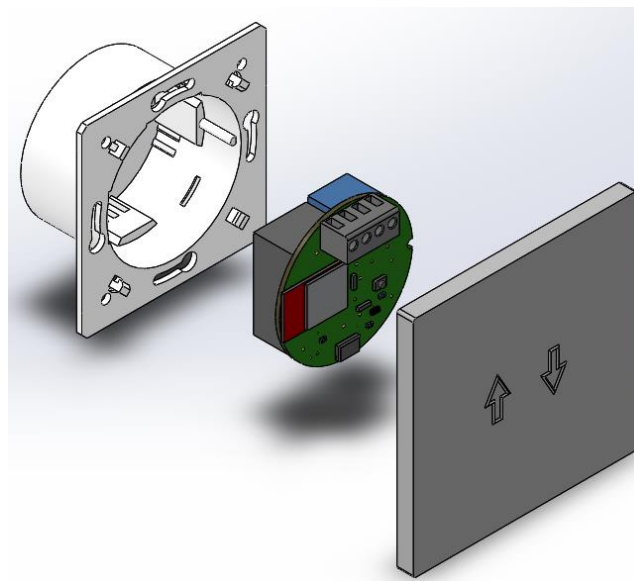


Figura 24: Vista explodida da envolvente interruptor.

Utilizando um plano de corte transversal é possível certificar a conformidade dos encaixes, representado na Figura 25, sendo as setas vermelhas a indicar os ganchos/ranhuras que permitem a fixação da tampa, e em amarelo as travas que impedem a soltura da placa.

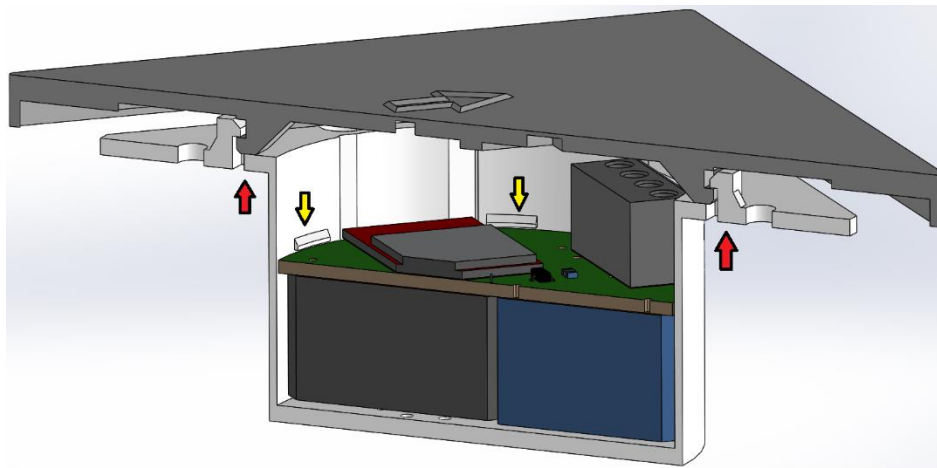


Figura 25: Vista de secção da montagem.

Este modelo é composto por três partes sendo elas a envolvente, a placa de controlo e a tampa. Destes, o que detém maior quantidade de detalhes é a envolvente, que demanda especial atenção ao ser contruída. Deve ter suportes para dar apoio físico à placa, juntamente com travas que impedem a rotação e soltura da mesma. As travas tiveram de ser pensadas de forma a não impedir a inserção da placa, pois temos componentes que se aproximam muito das arestas e se colocadas ali impediriam a montagem. A disposição das travas e suportes podem ser vistas na Figura 26, sendo A, B, C e D os suportes para a placa, e Y uma guia que para além de guiar o encaixe correto, limita a rotação da placa. Seguindo, temos as vistas detalhadas, onde J serve de suporte de base e guia, o detalhe K representa a ranhura que acomodará o conector de alta tensão e Z a furação para ligar os cabos ao conector. O detalhe N elucida o tamanho do suporte de base e a distância para a trava, que evitara a soltura da placa.

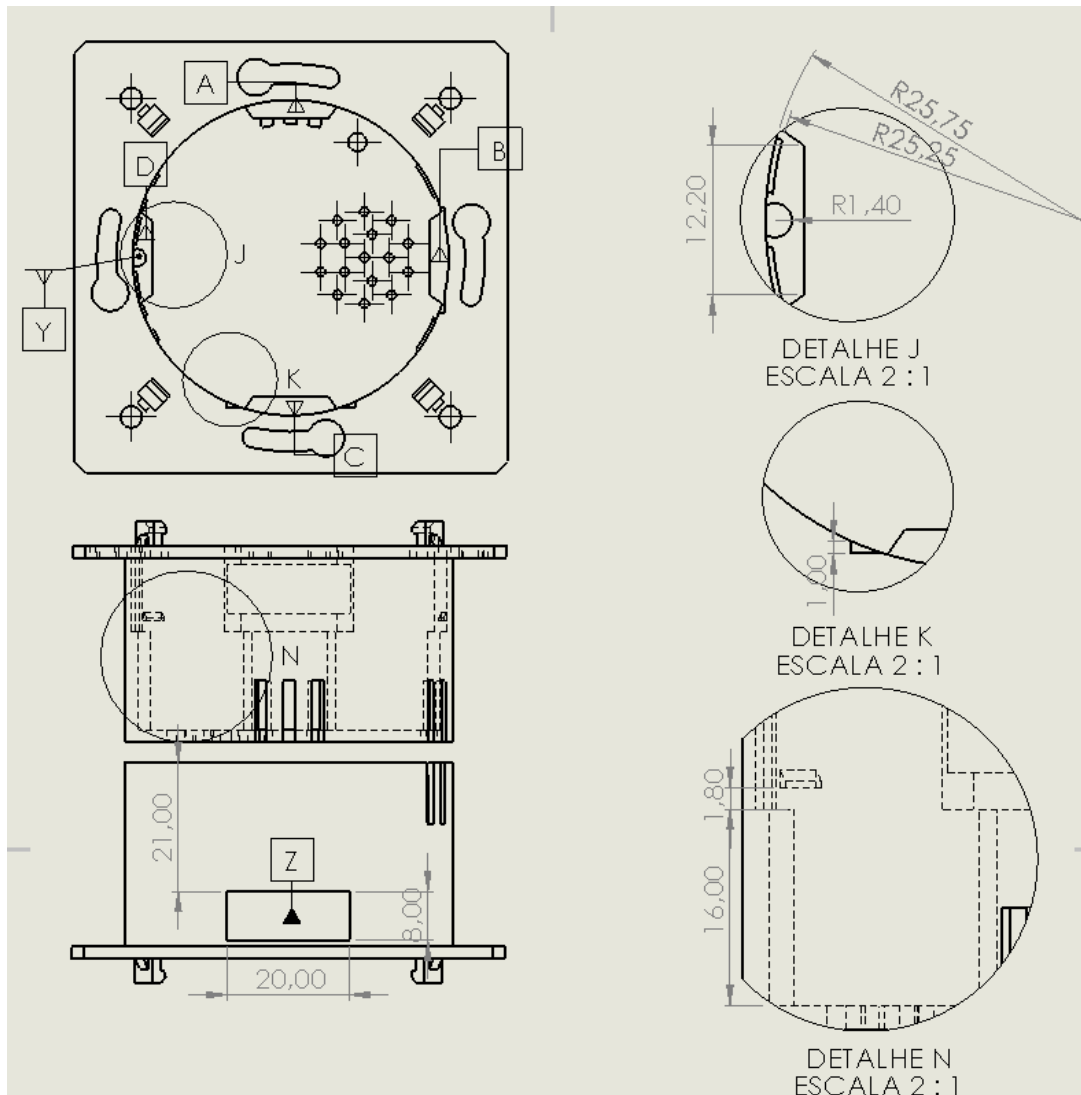


Figura 26: Detalhes de construção da envolvente.

Não tão complexo quanto a envolvente, mas demandando exata precisão, a tampa teve de ser projetada de maneira a combinar com a envolvente por meio de travas. A envolvente conta com ganchos de encaixe, já a tampa com ranhuras para estes ganchos. Na Figura 27 os ressaltos ranhados são representados por W, X, Y e Z. Ao centro temos dois retângulos, A e B, levemente rebaixados para comportarem os sensores de toque. Os detalhes A e C representam as dimensões dos ressaltos ranhados.

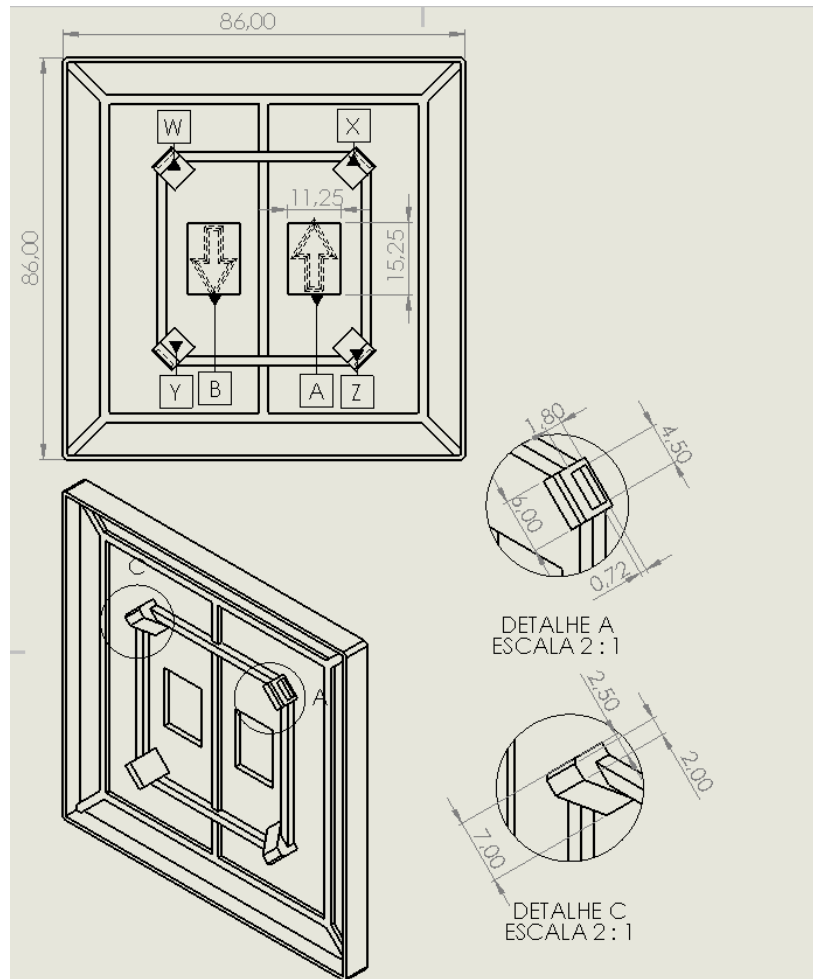


Figura 27: Detalhes de construção da tampa.

Afim de assegurar a confiabilidade do projeto de construção mecânica, foi impresso em 3D uma amostra do projeto mecânico. Esta não reproduz uma confiabilidade com exatidão pois foi utilizada uma velocidade acelerada, não recomendada quando se busca detalhes em pormenores, mas cumpre os objetivos onde desejávamos apenas verificar as furações e encaixes para fixação na caixa de aparelhagem. Pode-se ver na Figura 28 esta amostra e na Figura 29 as verificações visuais.



Figura 28: Envoltório e tampa.



Figura 29: A: caixa de aparelhagem; B: demonstração de encaixe; C: verificação da coincidência dos furos.

Nesta impressão não foram impressos os suportes internos, guia e travas pois não eram necessários. Na impressão final, configurada para um nível de detalhamento aumentado, a “layer Heigh” foi configurada para 0.2 mm, esta é a altura exata de cada camada de plástico extrudado, curado ou sinterizado por uma impressora 3D. Essa configuração é ajustada e tem muito mais efeitos na impressão final do que se imagina a princípio. Quando usada corretamente, essa configuração aumenta a velocidade, a resolução e a suavidade da sua impressão. O “infill” ou em português preenchimento foi configurado para 100% que é simplesmente uma estrutura repetitiva usada para ocupar espaços vazios dentro de uma impressão 3D, isso originou uma peça mais densa e próxima de um produto final

A impressora utilizada foi a Ultimaker 3 Extended que conta com extrusão dupla, sendo possível fabricar peças com dois materiais distintos, ou utilizar um material para a peça e outro para suportes de apoio para impressão. Foi utilizado PLA Tough para impressão desta vez, este material proporciona impressão de modelos maiores, para prototipagem, ferramentas e gabaritos, sem delaminação ou deformação. Devido à envolvere contar com uma grande complexidade interna, ganchos e travas foi utilizado o PVA que é um material de suporte solúvel em água, ideal para imprimir modelos complexos que requerem suportes para saliências, cavidades internas e geometrias complexas. Na Figura 30 pode ser visto o resultado final da impressão - em branco os suportes para toda a impressão e em preto o peça desejada.



Figura 30: Envolvente e tampa, ainda com suportes de impressão.

Para dissolução contamos com o auxílio de um agitador químico para acelerar o processo, visto que o PVA é um material conhecido por sua alta adesividade, inclusive altamente utilizado na indústria para fabricação de cola. Este processo demanda uma quantidade considerável de tempo, mas quando terminado obtém-se um produto de qualidade e livre de resíduos. A Figura 31 exibe a peça acabada.

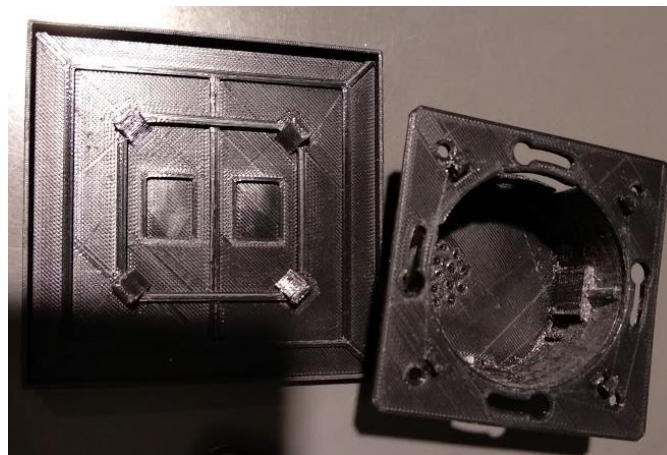


Figura 31: Impressão final.

7. DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE CONTROLO

Neste projeto utilizamos o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) do Arduíno, conhecido como Sketch, usado para escrever e fazer upload de programas em placas compatíveis com Arduíno, mas que também pode ser utilizado para outras placas de desenvolvimento – como é o caso do ESP32.

O Arduíno IDE suporta as linguagens C e C ++, fornece bibliotecas de software do projeto Wiring, que fornece muitos procedimentos comuns de entrada e saída. Emprega o programa *avrduke* para compilar os ficheiros de código fonte em binários que são posteriormente carregados para a placa de desenvolvimento.

Uma grande vantagem do microcontrolador utilizado é a possibilidade de gravação via rede Wi-Fi, mais conhecida como “*Over-The-Air*” (OTA), que permite programar o módulo remotamente via rede sem fio, sem a necessidade de conectar o módulo em um computador. Mostrando ser muito útil quando o módulo está em um local de difícil acesso e é preciso alterar algo na programação. Em condições “normais”, seria necessário retirar o módulo do circuito, conectá-lo em um computador, reprogramá-lo e depois recolocar o módulo novamente no circuito.

7.1. Esboço do código

O sketch feito dirá à placa o que deve ser executado durante o seu funcionamento. O ciclo de programação comporta as seguintes etapas: conexão da placa ao computador; desenvolvimento de um sketch com comandos para a placa; e upload do sketch para a placa utilizando a comunicação USB. Após reinicialização, ocorrerá à execução do sketch criado. A partir do momento que foi feito o upload o microcontrolador não precisa mais do computador e executará o sketch criado desde que ligado a uma fonte de energia.

Reforçando que o “*Sketch*” é o nome que se usa para um programa, é a unidade de código que é carregada e executada em uma placa, existindo duas funções especiais que fazem parte de todo “*Sketch*” se tratando da IDE do Arduíno: `setup()` e `loop()`. A função `setup()` é chamada uma vez, quando o “*Sketch*” é iniciado e é onde se realizam as tarefas de configuração, como definir modos de pinos ou inicializar sensores, comunicação ou outros recursos. Já a função `loop()` é chamada repetidamente e é o coração da maioria dos esboços. É preciso incluir as duas funções no esboço. No anexo 6 pode ser visto o sketch final do projeto.

7.1.1 Setup

A função `setup()` será executada apenas uma vez, após a placa ser alimentada ou acontecer um reset. A Figura 32 representa o fluxo, passo-a-passo, das configurações. Primeiramente é instanciado o objeto da classe `wifiManager`. Logo após é configurada a transmissão série, para comunicação com o computador, através do Monitor Serial da IDE. De seguida é feita a definição dos pinos de entrada de dados, aqueles que fornecem informações para a placa, como onde são ligados os sensores; e dos pinos de saída de dados, aqueles que executam acionamentos, como definir os estados dos relés.

Ainda no setup é feita a configuração do `wifiManager` que assegura a conexão Wi-Fi. É ainda iniciado um portal de configuração, que se encontra disponível durante 180 segundos. Após isto, as configurações são salvas e esse portal só volta a estar disponível caso seja feito um “*reset*”. Por fim, é definida a porta de comunicação via internet do protocolo MQTT.

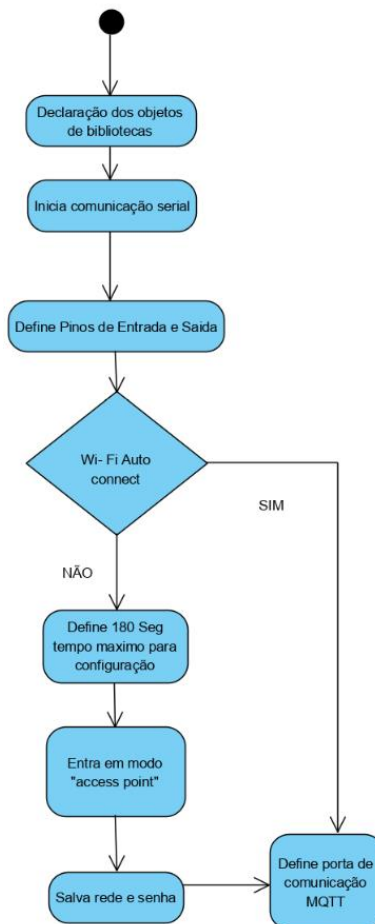


Figura 32: Fluxograma da função `setup`.

7.1.2 Loop

Na função `loop` faz precisamente o que o seu nome sugere, repete-se consecutivamente enquanto a placa estiver ligada, permitindo o seu programa mudar e responder a essas mudanças, faremos nele as tomadas de decisões e as leituras dos pinos conectados aos botões e sensores. Na Figura 33 pode ser visto o fluxograma que elucida, passo-a-passo, os processos a serem seguidos. Foram utilizadas algumas funções para não poluir tanto a função principal do programa. São utilizadas também flags que são mecanismos lógicos que funcionam basicamente como semáforos, armazenando informações que representam estados, que são previamente definidos, como por exemplo se o estore está aberto ou fechado.

O loop inicia verificando se há conexão com o servidor MQTT, caso não exista, é chamada a função `reconnect`. Na condição de não ser possível estabelecer a conexão, esta rotina volta a ser chamada após 60 segundos – procedimento que se repete até a conexão estar estabelecida. Esta medida é tomada para não bloquear o loop.

Logo após temos a verificação do estado dos botões, onde se verifica se algum botão foi pressionado, sendo eles os botões que desencadeiam a abertura e o fecho dos estores.

De seguida temos a parte do controlo que é responsável pela tomada de decisões de forma automática. Em função do contexto – definido pelas variáveis de estado (flags) e valores medidos dos sensores, são chamadas as funções que acionam os relés que fazem a abertura ou fecho dos estores. As flags utilizadas são “`estor_flag`” que recebe valores de 0 e 1, representado respetivamente o estado do estore como fechado e aberto, “`isAuto`” é utilizada para representar se a última decisão foi automática, recebe valor 1, ou manual representada pelo valor 0. Esta flag assegura que uma decisão automática não sobreponha uma decisão manual.

O valor de luminosidade é obtido e armazenado na variável “`sensorValue`” e o sistema condicional compara, se esta variável é maior ou menor que a variável “`limit`”. Inicialmente “`limit`” recebe o valor 100, valor de referência obtido na secção 4.

De forma a ser possível futuras atualizações conforme obtenham valores otimizados referentes à abertura e fecho, utiliza-se esta variável “`limit`” pois assim é possível de forma simples alterar estes valores, além de permitir ao usuário uma certa liberdade de configuração, predefinindo uma escala de valores ajustável onde o mesmo seja capaz de optar por um melhor aproveitamento térmico, realizando o fecho no ponto

ótimo, ou tardar moderadamente, a fim de se prolongar a utilização de luminosidade natural.

São representadas pelos dois primeiros losangos do fluxograma este sistema condicional. Caso “sensorValue” seja maior que “limit” e satisfazendo também estore aberto (`estor_flag == 1`) e modo automático (`isAuto == 1`), é chamada a função “closeAuto();”. Esta função é responsável por acionar os relés de forma a fechar os estores. Inversamente às condições anteriores temos o acionamento dos relés de forma a abrir os estores, caso “sensorValue” menor que “limit” e satisfazendo também estore fechado (`estor_flag == 0`) e modo automático (`isAuto == 1`), sendo neste caso chamada a função “openAuto();”.

As funções auxiliares para abertura e fecho automático foram idealizadas para evitar acionamentos precipitados. Em ambos os casos, a abertura ou fecho, não ocorre de imediato. No primeiro minuto após acionamento, é calculada a média dos valores obtidos através do sensor LDR. Só no caso da média ser maior do que “limit” é que é executada a ação. Esta solução evita acionamentos reativos e persistentes perante situações como o sombreamento causado por nuvens.

Os dois últimos losangos representam condições que, se cumpridas, auxiliam em casos de acionamento manual. Por exemplo, temos uma ação manual do usuário provocando o fecho prematuramente dos estores. Esta ação é respeitada devido às condições de não sobreposição, onde sempre se prioriza as decisões manuais do usuário. Então com os estores fechados de forma manual, com o anoitecer continuam fechados, mas com o amanhecer devido à última ação ser manual este não realiza a abertura de forma automatia - necessitaria de ações manuais para a abertura.

Como solução para tal, mesmo que a última ação seja manual e o estore já se encontre fechado, continuam a se verificar todas as condições para o acionamento automático e, caso estas sejam cumpridas, altera-se o valor da variável “isAuto” para 1. Desta forma, volta a ser possível realizar ações de forma automática. Assim, com o amanhecer, teremos a abertura automática, logo que as condições para tal sejam cumpridas.

Da mesma forma pode ocorrer o contrário - a abertura durante período de mau tempo ou mesmo durante a noite manualmente. Esta ação será respeitada e com o decorrer do dia teremos talvez a melhora do clima ou o acontecimento do amanhecer. Neste caso, o estore já se encontra aberto. Mas caso esta condição não existisse, com o próximo

anoitecer o estore não realizaria o fecho. Então estas medidas impedem este tipo de acontecimentos, alterando o valor de “isAuto” para 1.

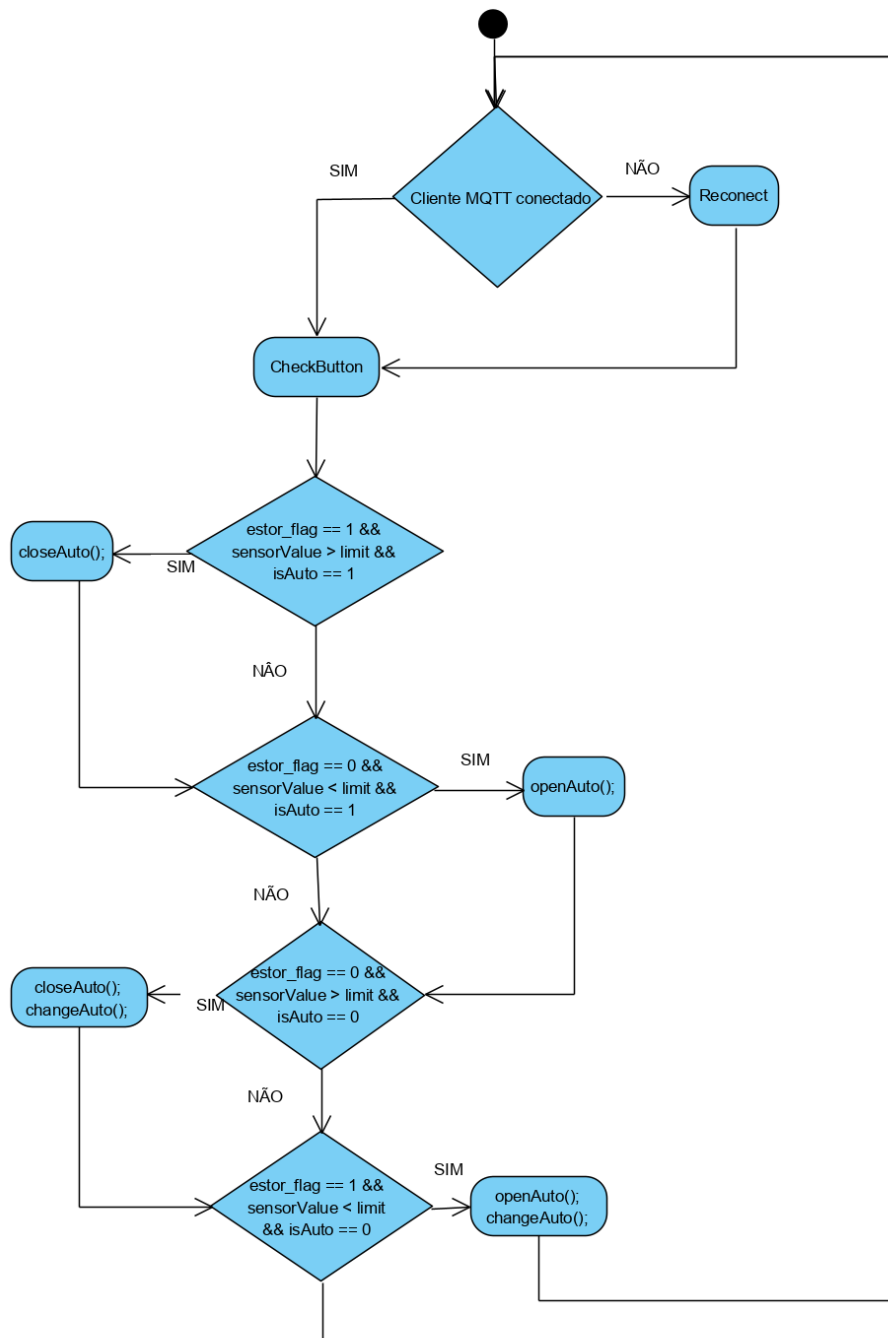


Figura 33: Fluxograma da função *loop*.

7.1.3 Comunicação

No sentido de permitir obter informações sobre o estado dos estores ou efetivamente comandar os estores à distância, por Wi-Fi, fez-se uso desta potencialidade do microcontrolador escolhido. A configuração do Wi-Fi pode ser feita diretamente no código, definindo o nome da rede e palavra passe de acesso, mas isso dificulta a

configuração para a maior parte dos usuários, necessitando de um conhecimento específico que nem todos detêm.

A forma de se resolver isso foi utilizar a biblioteca WifiManager que adiciona uma página ou portal de conexão ao esboço do microcontrolador. Isso permite que se conecte a qualquer rede local sem a necessidade de codificar as credenciais de rede no esboço. Na primeira utilização, sem ter configurações prévias salvas, inicia-se no modo ponto de acesso do inglês “access point” de abreviatura AP, onde o microcontrolador cria uma rede Wi-Fi. Quando conectamos a esta rede, é exibido uma pequena página de conexão/administração, que permite ao usuário selecionar e conectar-se a uma rede local. É para tal exibido uma lista com todas as redes Wi-Fi disponíveis. Após o usuário selecionar a rede e entrar com a palavra passe, o microcontrolador então reinicia e tenta conectar-se à rede selecionada. Se for bem-sucedido, mostrará na porta serie o endereço IP da rede local. Se a conexão falhar, uma mensagem de erro será exibida. Isso significa que depois de se conectar a uma rede, não é mais necessário voltar a inserir as credenciais de acesso - a menos que a rede mude.

Quando uma conexão é bem-sucedida, o microcontrolador salva as credenciais e tenta se conectar à mesma rede, caso seja reiniciado. Se não conseguir conectar, ele usa o modo AP para exibir a página de conexão novamente. A Figura 34 mostra, passo-a-passo, como é realizada a configuração de uma nova conexão.

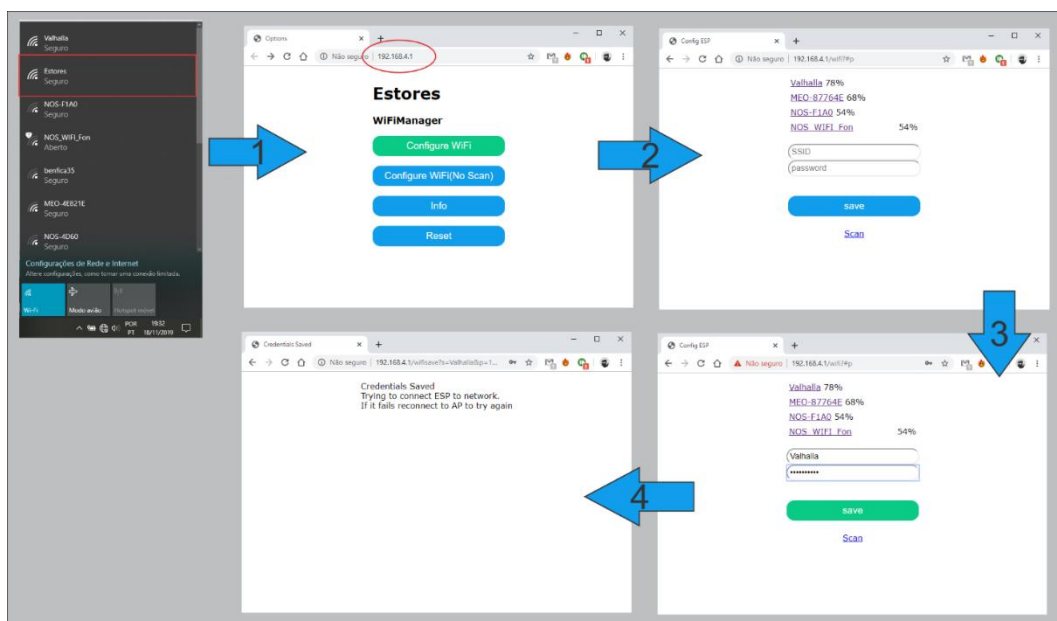


Figura 34: Passo a passo configuração ESP.

O procedimento de conexão segue os seguintes passos:

1. Utilizando qualquer dispositivo com conectividade Wi-Fi, seleciona-se a rede “Estores” e insere-se a palavra passe (para o exemplo foi definida como “12345678”). Caso a página de configuração não abra automaticamente, digite o endereço 192.168.4.1.
2. Na tela há quatro opções, das quais duas são para se conectar a uma rede existente:
 - Configure Wi-Fi (esta exibirá uma lista com as redes disponíveis)
 - Configure Wi-Fi (No Scan) (aqui apenas será disponibilizado um campo para entrar manualmente com o nome da rede e palavra passe)
3. Escolher uma das redes e colocar a palavra passe (se precisar). De seguida salvar e aguardar o ESP reiniciar.
4. Ao finalizar o boot, o ESP tentará se conectar à rede salva. Caso não consiga, irá habilitar novamente o modo de Ponto de Acesso.

De forma a obter uma interface mais amigável, foram adicionados alguns elementos de animação nos botões, como pode ser visto na imagem, há troca de cor quando é colocado o cursor sobre os mesmos. Essa alteração foi realizada com base no template original da biblioteca wifiManager, este encontra-se disponível dentro da pasta da biblioteca e o diretório a depender do ambiente de desenvolvimento utilizado. Esta template pode ser alterada, basta utilizar um editor de HTML.

Uma vez assegurada a conectividade à internet utilizou-se um serviço e protocolo MQTT para encaminhamento de mensagens. O protocolo MQTT é um protocolo de mensagens leve para sensores e pequenos dispositivos. Este protocolo permite comunicação mesmo utilizando redes com alta latência. O esquema de troca de mensagens é fundamentado no modelo Publicador-Subscritor, extremamente simples e leve. Na Figura 35 é exemplificado o modo de funcionamento. Os princípios arquitetónicos são minimizar o uso de banda de rede e uso de recursos dos equipamentos. Estes princípios tornam este protocolo ideal para as comunicações (M2M) “machine-to-machine” e para as aplicações (IOT) “Internet of Things”. O MQTT encontra-se atualmente na versão 5.0 [15].

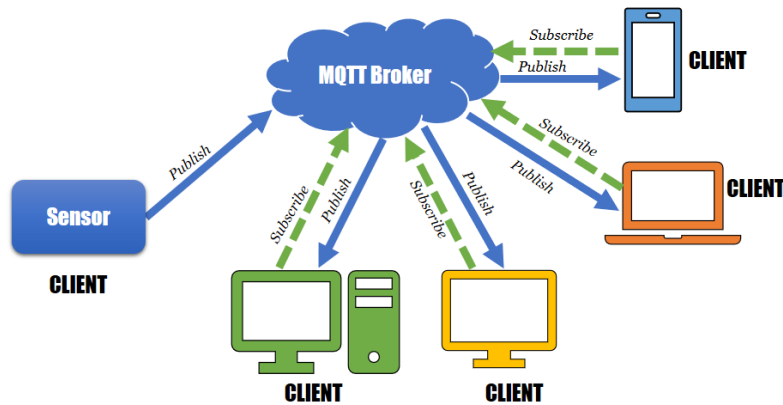


Figura 35: Esquema funcionamento MQTT.

Broker é um serviço na nuvem, responsável por receber ou filtrar as mensagens que serão encaminhadas ou enviadas a todos os subscribers de acordo com os interesses de cada um. O Broker pode ser identificado pela placa de controlo via URL ou IP. Assim, a partir deste, como publisher ou subscriber, pode-se conectar para comunicar ou trocar dados, uns com os outros. Cada mensagem enviada pelo Publisher deve conter um tópico, que será usado pelo Broker para encaminhar a mensagem aos subscribers através desse tópico.

Uma vez que o usuário tenha este URL, que identifica o broker, poderá ter acesso a todas essas informações através de qualquer dispositivo com acesso à internet (smartphone, desktop, notebook), basta que seja configurado uma aplicação ou até mesmo uma página web. Pode-se assim ter acesso à informação e controlar os atuadores de forma manual ou automática, em tempo real, a partir de qualquer lugar.

Para demonstração utilizamos um aplicativo genérico, com uma interface simples e fácil de usar. O servidor MQTT escolhido foi cloudmqtt.com por disponibilizar planos de utilização gratuitos, mas com limite de cinco conexões simultâneas o que já é suficiente para a realização de testes. Há diversos servidores de MQTT pelo que é relativamente fácil ter acesso e utilizar um desses servidores. A Figura 36 representa as informações utilizadas, onde temos o link de acesso ao servidor, identificação do usuário, palavra passe e porta, entre outros parâmetros, que devem ser inseridos tanto na aplicação do smartphone, quanto no código microcontrolador para estabelecer comunicação.

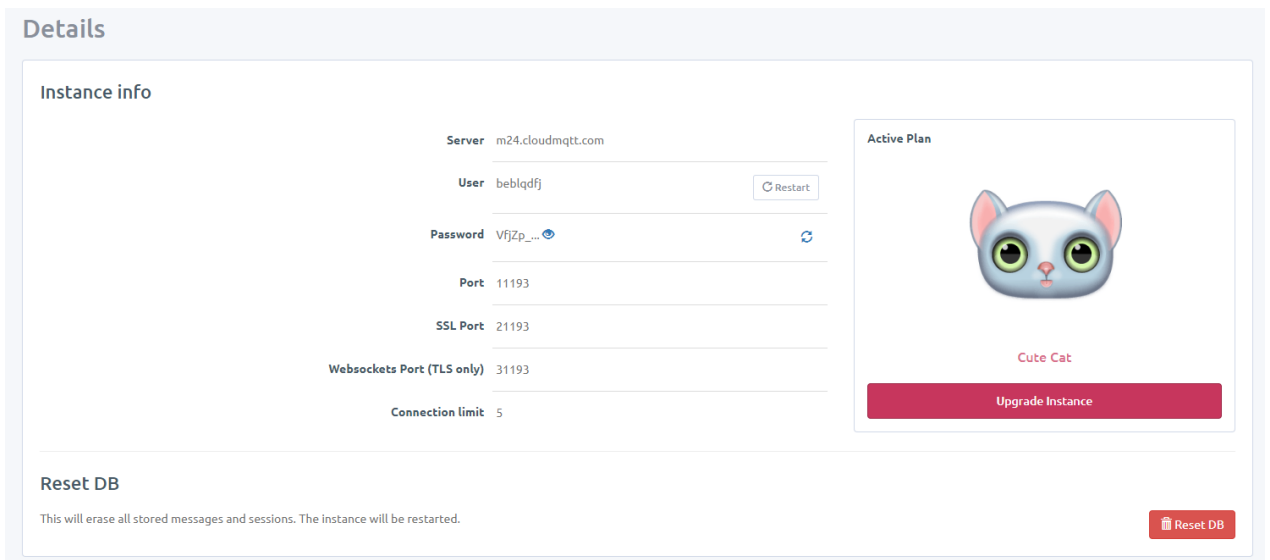


Figura 36: Detalhes servidor MQTT.

Tanto no microcontrolador quanto no smartphone deve ser configurado o tópicos que receberá as mensagens e também o tópicos de envio. Este é um dos fatores mais importantes do protocolo MQTT pois são estes que identificam todas as mensagens. Os elementos de rede podem enviar diversas mensagens e diversos tópicos para o broker MQTT, e os subscribers “escolhem” quais os tópicos que querem subscrever. O trecho do código da Figura 37 representa o tópicos de recebimento de mensagens. Como pode ser visto, temos um sistema condicional. Caso receba uma mensagem no tópicos “WebInCome”, então prossegue-se para a segunda condição onde se verifica a mensagem: “on” desencadeia a abertura dos estores e mudança do estado automático para manual; e “off” desencadeia o fecho dos estores e também a mudança do estado automático para manual. Qualquer outra mensagem é apenas reportado na serial como opção invalida. Estas ações têm a mesma autoridade de ações realizadas nos botões físicos.

```

1  if (String(topic).equals("WebInCome")) {
2      if (payloadStr.equals("on")) {
3
4          openWindows();
5          changeAuto();
6
7      } else if (payloadStr.equals("off")) {
8          closeWindows();
9          changeAuto();
10     } else {
11         Serial.println("OPCAO INVALIDA");
12     }
13 }

```

Figura 37: Trecho do código responsável pelo recebimento de mensagens MQTT.

Quando é realizado o fecho ou abertura dos estores, mais especificamente quando a função “closeWindows” (ver Figura 38) ou “openWindows” (ver Figura 39) é executada, além de mudar os estados dos relés, o que ocasiona as ações de abertura ou fecho, é publicado no tópico “webOutCome” o código de cor RGB hexadecimal “#FF000” que representa a cor vermelha quando o estore realiza o fecho, e para abertura é publicado “#0000FF” representando a cor azul.

```
1 int closeWindows() {
2     digitalWrite(pinoRele1, HIGH); //muda estado do rele1 HIGH
3     delay (20);
4     digitalWrite(pinoRele2, LOW); //muda estado do rele2 LOW
5     estor_flag = 0; //VARIABLE RECEBE O VALOR 0, representa fechado
6     client.publish("WebOutCome", "#FF0000"); //RETORNA O CODIGO DE COR PARA O SERVIDOR MQTT
7     Serial.println("FECHANDO");
8 }
```

Figura 38: Função para fecho dos estores.

```
1 int openWindows() {
2     digitalWrite(pinoRele1, LOW); //muda estado do rele1 low
3     delay (20);
4     digitalWrite(pinoRele2, HIGH); //muda estado do rele2 high
5     estor_flag = 1; //VARIABLE RECEBE O VALOR 1, representa aberto
6     client.publish("WebOutCome", "#0000FF"); //RETORNA O CODIGO DE COR PARA O SERVIDOR MQTT
7     Serial.println("ABRINDO");
8
9
10 }
```

Figura 39: Função para abertura dos estores.

Estas publicações quando uma ação ocorre tem a função de disponibilizar ao usuário, informações diretamente em uma aplicação ou mesmo página web, permitindo saber o estado atual dos estores. Para receber e interpretar estas funcionalidades foi utilizado um aplicativo genérico. Temos na Figura 40 a configuração dos parâmetros relacionados ao broker MQTT, como endereço, porta, usuário e palavra passe.

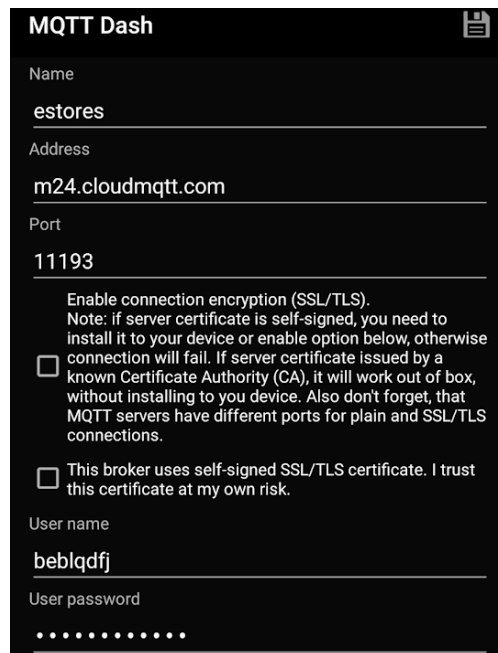


Figura 40: Configuração das credenciais de comunicação.

Foram então criados dois botões. O primeiro da Figura 41, para o envio de informações para o microcontrolador, sendo este o responsável pela abertura ou fecho dos estores. Para este efeito foi configurado o tópico para envio “WebInCome”. Logo abaixo, a mensagem que será enviada, neste caso o envio de “on” e “off”. Este é um botão conhecido como “toggle button” que é um botão de alternância, o mesmo botão alterna entre os dois estados.

Na . Figura 42, é configurado um ícone para assumir a cor referente ao código RGB hexadecimal recebido no tópico “webOutCome”.

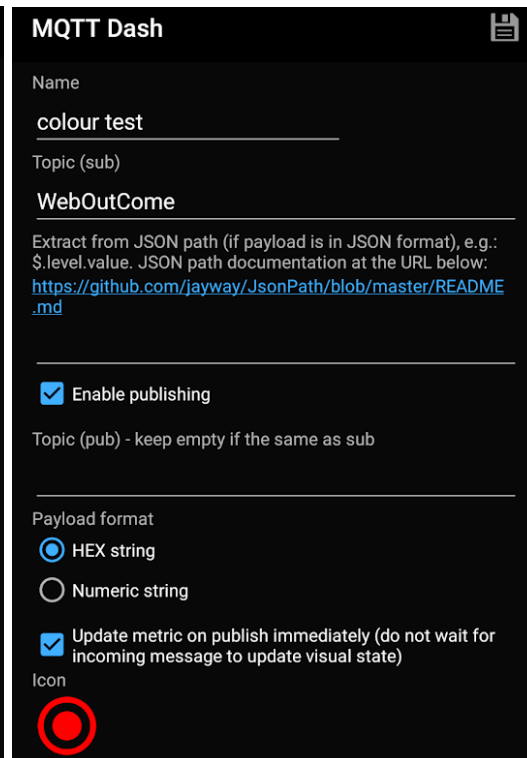
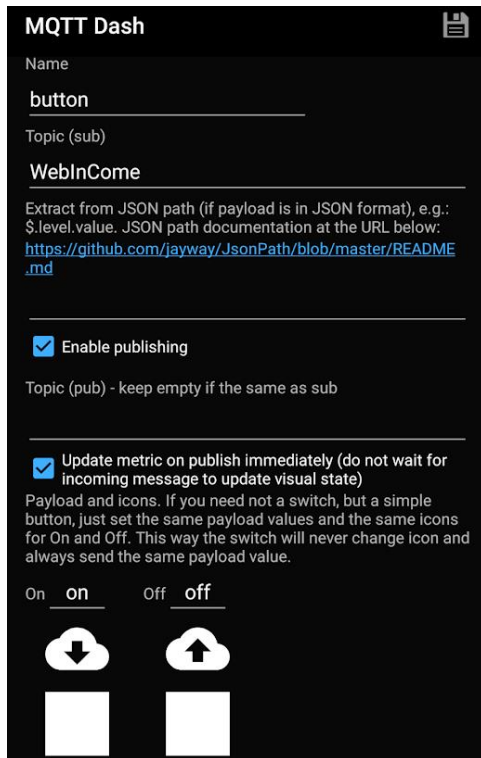


Figura 41: Configuração do botão de abertura e fecho. Figura 42: Configuração do ícone que assumirá a cor publicada.

A Figura 43 representa o estore fechado e, como pode ser visto, foi recebida a cor vermelha. Quando o botão é pressionado então ocorre a abertura do estore e consequentemente é recebida a cor azul, como está representado na. Figura 44.

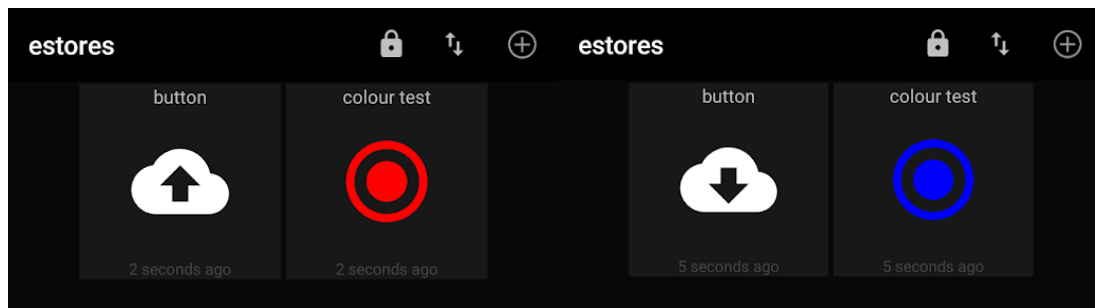


Figura 43: Estado do aplicativo quando estore aberto. Figura 44: Estado do aplicativo quando estore fechado.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

8.1. Conclusão

A ideia de um produto capaz de ser introduzido em um nicho de mercado com grande potencial, ainda que em fase de experimentação, mostra-se muito atrativa por aprimorar a eficiência térmica de edifícios, além de fornecer facilidades cotidianas para os usuários. O produto é passível de ser melhorado, designadamente com mais funcionalidades e com aplicação de tecnologias complementares.

O projeto “Implementação de uma solução inteligente de controlo de estores” propôs o desenvolvimento de um produto para o controlo de estores, que com base nas condições climáticas fosse apto a tomar decisões a fim de gerar uma economia por meio de bloquear a perda de calor para o ambiente, ou permitir tirar vantagens das condições externas quando tal é vantajoso. Durante o desenvolvimento chegou-se a um produto que, apesar de ser um protótipo, demonstrou ótima funcionalidade, cumprindo com todos os objetivos desejados e que segue as diretrizes definidas para este projeto, designadamente acomodar a intervenção dos utilizadores no processo de decisão, ser fácil de instalar seguindo o princípio DIY e atuando corretamente conforme as definições dos pontos de interesse.

Em todos os testes finais o sistema respondeu de forma satisfatória: mostrando grande consistência, sendo totalmente capaz de recuperar o controlo em situação de falha de energia, bem como reestabelecer a conectividade à internet, sem qualquer intervenção por parte do utilizador.

Fica claro que para desenvolver este projeto foi necessário um estudo e uma coleta de dados, que possibilitaram relacionar valores e chegar a um ponto de controlo aprimorado. Sem dúvidas, este estudo foi o responsável por viabilizar a definição dos pontos de controlo, mas ainda é necessária uma aquisição de dados mais apurada e alargada, visto que os dados coletados foram apenas referentes ao mês de abril. Não obstante o curto período, o ponto de controlo apurado mostrou-se bastante satisfatório.

A construção mecânica do projeto foi um sucesso, na Figura 45 pode ser visto o produto acabado e onde se prova a perfeita junção entre as partes elétricas e a envolvente. O desenho mecânico foi capaz de proporcionar às peças internas firmeza, mesmo que o processo de impressão não seja o ideal para este tipo de produto, por não conferir a flexibilidade necessária para realizar o encaixe e desencaixe – podendo ocasionar a quebra das travas e assim impossibilitar o encaixar da tampa. Claro que o ideal seria a

utilização de um processo de moldagem por injeção, mas tal estava totalmente fora do âmbito de um projeto de mestrado, quer pelos custos, quer pelo tempo necessário. Mesmo não sendo possível o encaixe da tampa, este protótipo representa com fidelidade um possível produto comercial.

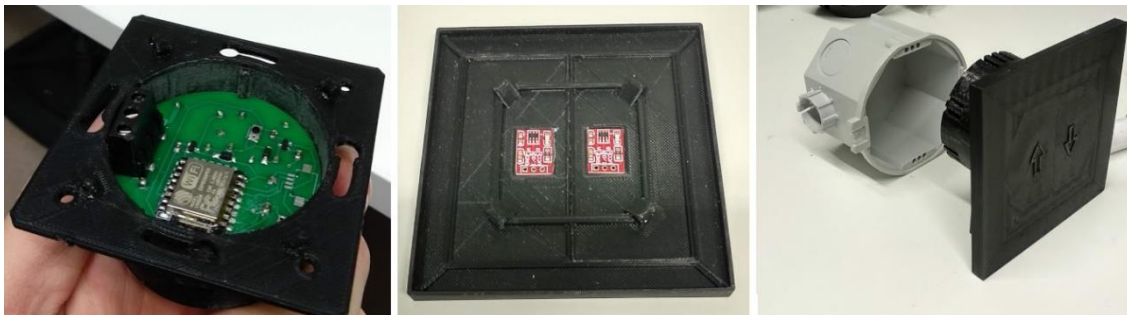


Figura 45: A: Encaixe envolvente e placa de circuito, B: sensores de toque acoplados à tampa, C: representação do protótipo completo.

8.2. Dificuldades apresentadas

A falta de documentação acerca do ESP8266 dificulta bastante o embasamento científico, sendo difícil encontrar informações técnicas e formais. Porém é um dispositivo que merece ser explorado.

Ao longo deste projeto a maior dificuldade se deu no fim, já quando não estávamos trabalhando com uma placa de prototipagem e sim diretamente com o microcontrolador ESP8266-12e que muitas vezes reiniciava, sem causa aparente. Existiram também muitas dificuldades no upload do código, que muitas vezes resultava em erro. Geralmente ocorriam quando alguma das ligações estava com mal contato, problema comum quando se utiliza breadboard para este tipo de ligação complexa, ou quando o ESP não era reiniciado de forma adequada antes da instalação do programa.

Outro inconveniente é o uso de um sensor de luminosidade LDR, este implica que deve estar exposto diretamente aos raios solares, ocasionando certa dificuldade de instalação.

8.3. Proposta para trabalhos futuros

Como proposta para trabalhos futuros, a utilização de sensores que possibilitam uma melhor medição da radiação solar, visto que o sensor LDR nos reporta dados adimensionais e para ser possível utilizá-lo foi necessário estabelecer uma relação com os valores de radiação. Não obstante ter sido possível obter bons resultados nesta relação, para o período estudado, não se sabe no entanto o seu comportamento em outros períodos.

Alterar o microcontrolador utilizado para o ESP-32 que já conta com conectividade “*Bluetooth Low Energy*” (BLE), que é uma variante do Bluetooth mas com baixo consumo de energia. O aplicativo principal do BLE é a transmissão de pequenas quantidades de dados e, diferentemente do Bluetooth clássico que está sempre ativado, o BLE permanece a maior parte do tempo em modo de suspensão, exceto quando há necessidade de comunicar. Isso possibilita, por exemplo, o desenvolvimento de circuitos que comuniquem entre si para a medição de luminosidade e que podem ser instalados externamente. Este tipo de solução permite o desenvolvimento de uma vasta variedade de circuitos e soluções.

Uma solução para substituir a utilização do sensor LDR, seria o desenvolvimento do projeto descrito no artigo [16]. Este projeto descreve a utilização de pequenas células fotovoltaicas de silício que, quando irradiadas pelo sol, produzem eletricidade, e quanto mais radiação solar a atinge, mais eletricidade produz. Com a montagem de um circuito resistente entre os terminais negativo e positivo da célula fotovoltaica permite-se que uma corrente flua através deste circuito. Essa corrente pode ser medida e sua variância é linearmente proporcional à quantidade de luz solar que atinge a superfície da célula. Com a implementação de algumas relações e cálculos é possível obter a medição em watts por metro quadrado, com uma boa precisão.

Esta tecnologia aliada a um controlador que dispõem de uma conexão BLE possibilita o desenvolvimento de um circuito de medição preciso e que possa ser instalado externamente, onde a própria radiação solar alimenta o circuito ou carregue suas baterias. A conexão BLE realiza a comunicação com o microcontrolador do estore, disponibilizando assim valores reais de w/m^2 , que se acredita poderá aumentar em muito a precisão desta solução – no que diz respeito a determinar os pontos/instantes ótimos para a abertura e fecho dos estores.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bolzani, Caio Augustus Morais, “Desenvolvimento de um Simulador de Controle de Dispositivos Residenciais Inteligentes: Uma Introdução aos Sistemas Domóticos.,” 2004.
- [2] M. Takiuchi, É. Melo, and F. Tonidandel, “Domótica inteligente: automação baseada em comportamento,” *Cent. Univ. da FEI--UniFE, São Bernardo do Campo-SP*, 2004.
- [3] A. E. de D. e Inmótica, “Qué es Domótica.” [Online]. Available: www.cedom.es.
- [4] R. Cytrynowicz, “O Engenheiro do Século 21,” *Revista Politécnica, Editora da Universidade de São Paulo - EDUSP*, São Paulo, pp. 38–44, Dec-1991.
- [5] P. Isolani, “Eficiência energética nos edifícios residenciais,” p. 48, 2008.
- [6] V. Olgyay, *Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, New and ex. princeton university press, 1963.
- [7] Baruch Givoni, *Man, climate and architecture*. London: London: Applied, 1998.
- [8] ADENE - Agência para a Energia, “Guia Da Eficiência Energética,” *Guia Da Eficiência Energética*, 2011.
- [9] H. Gonçalves and J. M. Graça, *Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal*. 2004.
- [10] A. C. D. F. Diogo, “Sistemas Envidraçados com e sem Protecção Solar,” *Inst. Suoerior Técnico - Univ. Técnica Lisboa*, 2012.
- [11] Diário da República, “Decreto-Lei n.º 80/2006. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.” p. I Série-A. N.º 67 p. 2468-2513.
- [12] “Sun Position.” [Online]. Available: www.sunearthtools.com.
- [13] “Arduíno Excel.” [Online]. Available: robertoalgalio.com.
- [14] “A caixa do obturador do rolo,” *11 de novembro*, 2019. [Online]. Available: <https://www.reparstores.com/coffre-caisson-volet-roulant>.
- [15] [docs.oasis-open.org](https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.html), “MQTT Version 5.0.” [Online]. Available: <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.html>.
- [16] Charles G. Wright, “Measuring Solar Radiation.” [Online]. Available: <http://chuck-wright.com/projects/pv-measure.html>.

ANEXOS

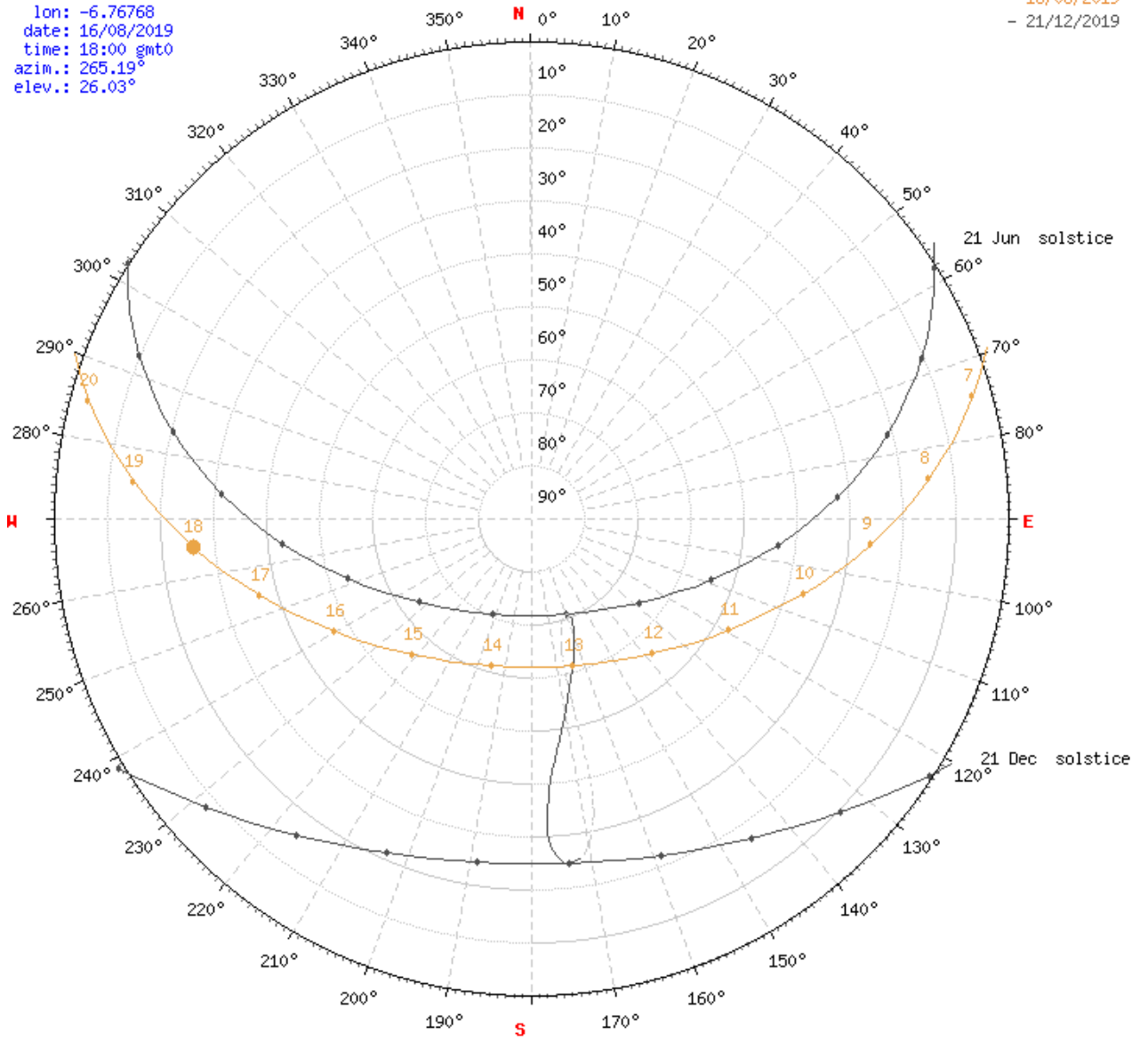
- Anexo 1 – Carta solar para o edifício em análise
- Anexo 2 – Código referente ao sistema de aquisição de dados
- Anexo 3 – Tabela erro relativo percentual entre os sensores utilizados internamente e externamente no sistema de aquisição de dados
- Anexo 4 – Ficha técnica mores estores diferentes potências
- Anexo 5 – Desenho técnico envolvente
- Anexo 6 – Código referente ao sistema de controlo
- Anexo 7 – Dados obtidos por meio do sistema de aquisição de dados construído paralelamente com os dados concedidos pela estação meteorológica

ANEXO 1

name:
lat: 41.8003394
lon: -6.76768
date: 16/08/2019
time: 18:00 gmt0
azim.: 265.19°
elev.: 26.03°

SunEarthTools.com

- 21/06/2019
- 16/08/2019
- 21/12/2019



ANEXO 2

```
#include "DHT.h"
#include <rExcel.h>
rExcel          myExcel;           // classe para a exportação de
dados para Excel
long            idx = 0;           // index
int ldr = A0; //Setando a utilização do LDR porta ADC A0
int valorldr = 0; //variável para armazenar a leitura do ldr.
// DHT Sensor definição dos pinos
DHT dhtin(7, DHT22);
DHT dhtout(8, DHT22);

void setup() {
  Serial.begin(9600); //definição da comunicação serial
  Serial.println("DHT test!");
  dhtin.begin();
  dhtout.begin();
  myExcel.clearInput();
  delay(500);
  void loop() {
    valorldr = analogRead(ldr);
    //-----OUT-----
    float hout = dhtout.readHumidity(); // realiza a leitura de humidade
    e guarda nesta variavel
    float tout = dhtout.readTemperature(); // realiza a leitura de
    temperatura e guarda nesta variavel
    if (isnan(hout) || isnan(tout)) {
      Serial.println("Falha na leitura do sensor DHT OUT");
      return;
    }
    float hicout = dhtout.computeHeatIndex(tout, hout, false);

    //-----IN-----
    float hin = dhtin.readHumidity(); // realiza a leitura de humidade e
    guarda nesta variavel
    float tin = dhtin.readTemperature(); // realiza a leitura de
    temperatura e guarda nesta variavel
    if (isnan(hin) || isnan(tin)) {
      Serial.println("Falha na leitura do sensor DHT IN!");
      return;
    }
    float hicin = dhtout.computeHeatIndex(tin, hin, false);
    //-----IN-----
    //-----EXPORTACAO DOS DADOS PARA O EXCEL-----
    //-----OUT-----
    myExcel.writeIndexed("Example", idx+11, 1,"%date%"); // escreve
    %date% (que será convertido na data atual) na planilha 'Exemplo' linha
    'idx + 11' coluna '1'
    myExcel.writeIndexed("Example", idx+11, 2,"%time%"); // escreve
    %time% (que será convertido no horário atual) para a planilha 'Exemplo'
    linha 'idx + 11' coluna '2'
    myExcel.writeIndexed("Example", idx+11, 3, tout,3); // escreve
    tout, temperatura externa na planilha 'Exemplo' linha 'idx + 11' coluna
    '3'
    myExcel.writeIndexed("Example", idx+11, 4, valorldr, 3); //
    escreve valorldr, na planilha 'Exemplo' linha 'idx + 11' coluna '4'
```

```
//-----  
//-----IN-----  
myExcel.writeIndexed("Example", idx+11, 6, tin,3); // escreve  
tin, temperatura interna na planilha 'Exemplo' linha 'idx + 11' coluna  
'3'  
  
idx++;  
delay (120000); //delay de 2 minutos  
}
```

ANEXO 3

Externo				Interno
Date	Time	Temp(OUT)		Temp(IN)
25-abr-2019	10:58:42	13,40		14,00
25-abr-2019	11:00:44	13,40		14,00
25-abr-2019	11:02:45	13,90		14,20
25-abr-2019	11:04:47	14,40		14,30
25-abr-2019	11:06:49	14,60		14,40
25-abr-2019	11:08:50	14,80		14,50
25-abr-2019	11:10:51	14,80		14,40
25-abr-2019	11:12:52	14,80		14,40
25-abr-2019	11:14:53	14,80		14,40
25-abr-2019	11:16:54	15,00		14,50
25-abr-2019	11:18:54	15,00		14,60
25-abr-2019	11:20:56	15,00		14,60
25-abr-2019	11:22:57	15,00		14,70
25-abr-2019	11:24:59	15,00		14,70
25-abr-2019	11:27:00	15,10		14,80
25-abr-2019	11:29:01	15,10		14,90
25-abr-2019	11:31:03	15,30		15,00
25-abr-2019	11:33:05	15,40		15,20
25-abr-2019	11:35:06	15,30		15,00
25-abr-2019	11:37:07	15,30		15,00
25-abr-2019	11:39:09	15,30		15,00
25-abr-2019	11:41:10	15,30		15,10
25-abr-2019	11:43:11	15,40		15,20
25-abr-2019	11:45:12	15,40		15,20
25-abr-2019	11:47:14	15,50		15,20
25-abr-2019	11:49:15	15,50		15,30
25-abr-2019	11:51:16	15,50		15,20
25-abr-2019	11:53:17	15,50		15,20
25-abr-2019	11:55:19	15,50		15,20
25-abr-2019	11:57:20	15,50		15,30
25-abr-2019	11:59:21	15,40		15,10
25-abr-2019	12:01:22	15,40		15,10
25-abr-2019	12:03:23	15,30		15,00
25-abr-2019	12:05:25	15,20		15,00
25-abr-2019	12:07:26	15,30		15,00
25-abr-2019	12:09:27	15,00		15,00
25-abr-2019	12:11:28	15,00		15,00
25-abr-2019	12:13:30	15,00		15,00
25-abr-2019	12:15:31	15,00		15,00
25-abr-2019	12:17:32	15,10		15,10
25-abr-2019	12:19:35	15,10		15,10
25-abr-2019	12:21:36	15,20		15,20
25-abr-2019	12:23:37	15,30		15,10
25-abr-2019	12:25:39	15,00		15,00
25-abr-2019	12:27:40	15,00		14,90

25-abr-2019	12:29:41	14,80		14,60
25-abr-2019	12:31:43	14,60		14,40
25-abr-2019	12:33:44	14,50		14,30
25-abr-2019	12:35:45	14,40		14,30
25-abr-2019	12:37:46	14,40		14,20
25-abr-2019	12:39:48	14,50		14,30
25-abr-2019	12:41:49	14,60		14,30
25-abr-2019	12:43:50	14,40		14,40
25-abr-2019	12:45:52	14,60		14,60
25-abr-2019	12:47:53	14,60		14,60
25-abr-2019	12:49:54	14,90		14,80
25-abr-2019	12:51:56	14,70		14,70
25-abr-2019	12:53:57	14,60		14,60
25-abr-2019	12:55:58	14,50		14,50
25-abr-2019	12:57:59	14,70		14,70
25-abr-2019	13:00:01	15,00		15,00
25-abr-2019	13:02:02	15,00		15,00
25-abr-2019	13:04:03	15,00		15,00
25-abr-2019	13:06:03	15,00		15,00
MEDIA		14,94		14,79
Erro Percentual		0,009938		

02. O AUTOMATISMO

MODELOS E REFERÊNCIAS DOS MOTORES

35mm	TUB10R	230Vac 50Hz	6 Nm	26 RPM	<43 dB	4 min.	126 W	555 mm
	TUB20R	230Vac 50Hz	10 Nm	17 RPM	<43 dB	4 min.	126 W	545 mm
	TUB20	230Vac 50Hz	10 Nm	17 RPM	<43 dB	4 min.	126 W	515 mm
TUB20EFRA	230Vac 50Hz	10 Nm	17 RPM	<43 dB	4 min.	126 W	611 mm	

45mm							
TUB25E	230Vac 50Hz	15 Nm	17 RPM	<43 dB	4 min.	143 W	463 mm
TUB25EFRA	230Vac 50Hz	15 Nm	17 RPM	<43 dB	4 min.	143 W	561 mm
TUB25 24V	24V	15 Nm	12 RPM	<43 dB	4 min.	60 W	540 mm
TUB25 CUT	230Vac 50Hz	15 Nm	17 RPM	<43 dB	4 min.	143 W	395 mm
TUB35E	230Vac 50Hz	20 Nm	17 RPM	<43 dB	4 min.	156 W	463 mm
TUB35EFRA	230Vac 50Hz	20 Nm	17 RPM	<43 dB	4 min.	156 W	561 mm
TUB50E	230Vac 50Hz	30 Nm	15 RPM	<43dB	4 min.	204 W	483 mm
TUB50EFRA	230Vac 50Hz	30 Nm	15 RPM	<43 dB	4 min.	204 W	592 mm
TUB50MT	230Vac 50Hz	30 Nm	15 RPM	<43 dB	4 min.	204 W	620 mm
TUB70E	230Vac 50Hz	40 Nm	12 RPM	<43 dB	4 min.	210 W	511 mm
TUB70EFRA	230Vac 50Hz	40 Nm	12 RPM	<43 dB	4 min.	227 W	631 mm
TUB90E	230Vac 50Hz	50 Nm	12 RPM	<43 dB	4 min.	232 W	511 mm
TUB90EFRA	230Vac 50Hz	50 Nm	12 RPM	<43 dB	4 min.	232 W	631 mm
TUB90M8MT	230Vac 50Hz	50 Nm	12 RPM	<43 dB	8 min.	227 W	590 mm

Motorline
PROTECTOR

2A
PT

02. O AUTOMATISMO

MODELOS E REFERÊNCIAS DOS MOTORES

59mm	TUB140	230Vac 50Hz	80 Nm	12 RPM	<50 dB	4 min.	350 W	607 mm
	TUB140MT	230Vac 50Hz	80 Nm	12 RPM	<50 dB	4 min.	350 W	604 mm
	TUB180	230Vac 50Hz	120 Nm	9 RPM	<50 dB	4 min.	360 W	607 mm
TUB180MT	230Vac 50Hz	120 Nm	9 RPM	<50 dB	4 min.	360 W	688 mm	
TUB200R2	230Vac 50Hz	140 Nm	2 RPM	<50 dB	4 min.	350 W	607 mm	

92mm							
TUB300	230Vac 50Hz	180 Nm	12 RPM	<65 dB	4 min.	570 W	635 mm
TUB600	230Vac 50Hz	300 Nm	6 RPM	<65 dB	4 min.	580 W	663 mm

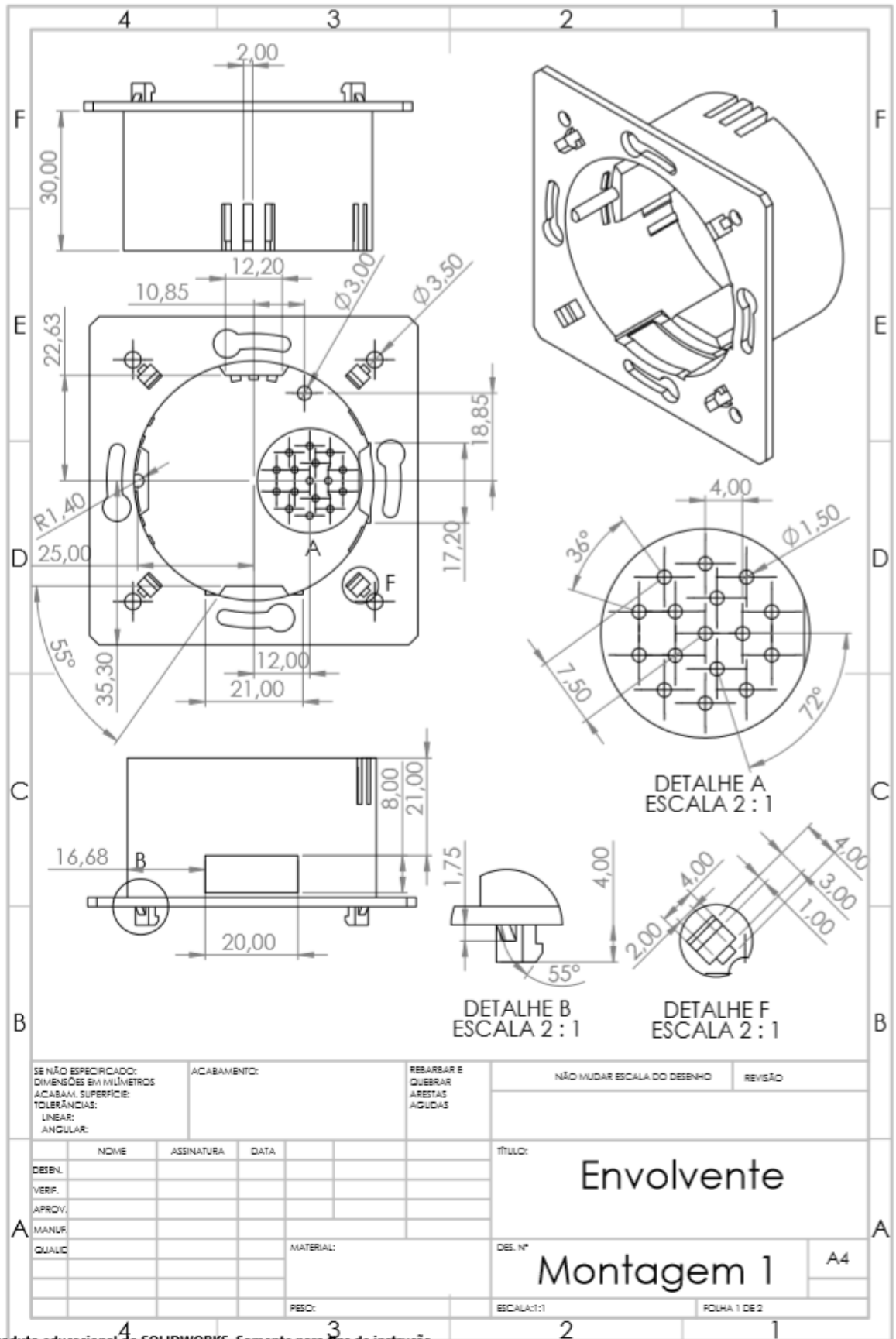
Modelo Standard - Motor com fim de curso mecânico, sem manivela e sem central.
Modelo FRA - Motor com central de controle incorporada.
Modelo MT - Motor com manivela para abrir/fechar manualmente.
Modelo FRA MT - Motor com central incorporada e manivela.
Modelo CUT - Motor de comprimento reduzido (condensador externo).

Todos os nossos motores utilizam fim de curso mecânico.

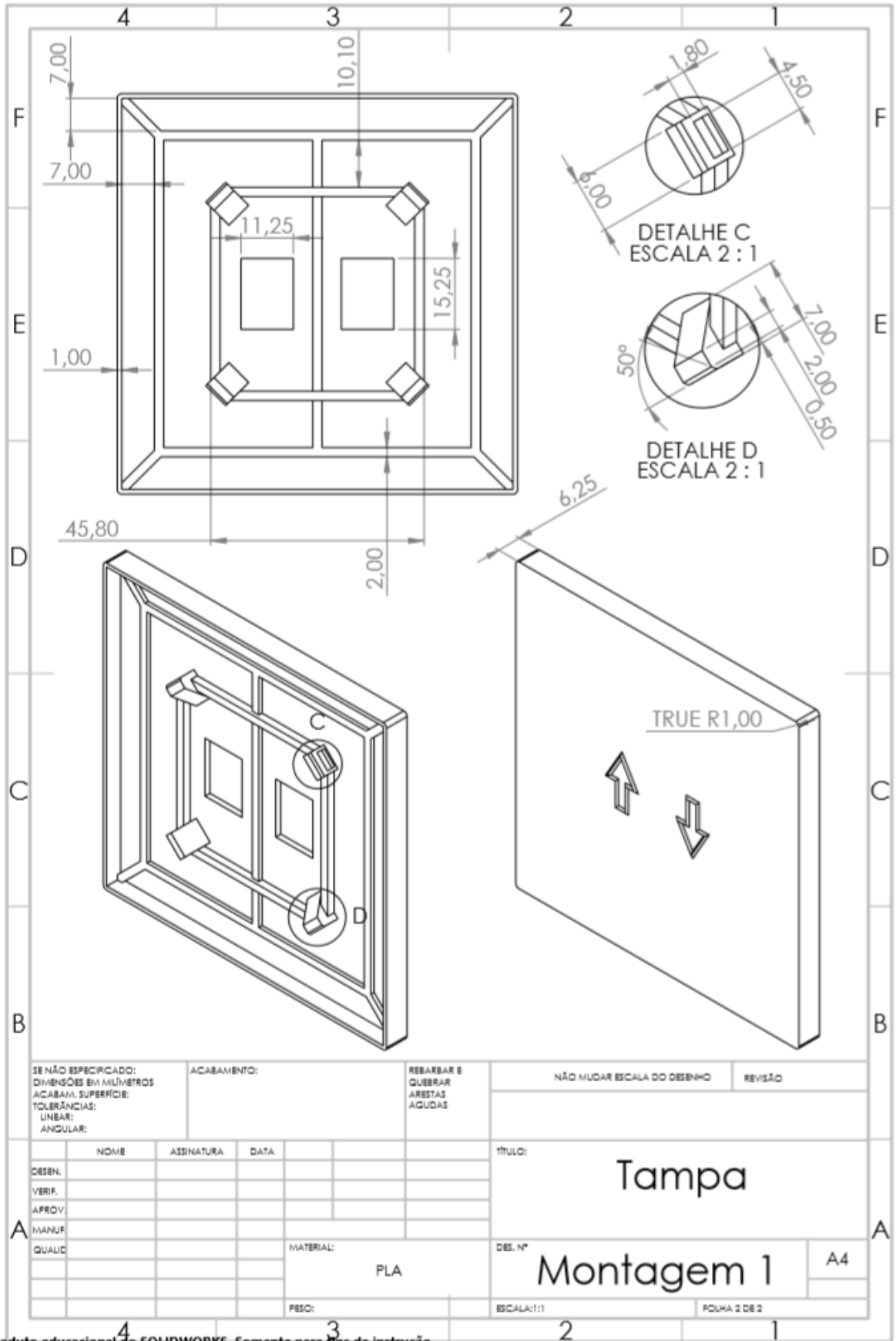
PT
2B

Motorline
PROTECTOR

ANEXO 5



Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.



ANEXO 6

```
//PARA ESCOLHA AUTOMATICA ENTRE ESP8266 E ESP32
#if defined(ESP8266)
#include <ESP8266WiFi.h> //ESP8266 Core WiFi Library
#else
#include <WiFi.h> //ESP32 Core WiFi Library
#endif

#if defined(ESP8266)
#include <ESP8266WebServer.h> //Servidor Web local usado para o
portal de configuração
#else
#include <WebServer.h> //Servidor Web local usado para o portal de
configuração
#endif
#include <WiFiManager.h> // Gerenciador WIFI (
https://github.com/zhouhan0126/WIFIMANAGER-ESP32 ) >>
https://github.com/tzapu/WiFiManager (ORIGINAL)

#include <PubSubClient.h> //Biblioteca para publicacao / assinatura
com um servidor MQTT
#include <DNSServer.h> //Servidor DNS local usado para redirecionar
todas as solicitações para o portal de configuração
#include <SPI.h>

//flag para indicar se foi salva uma nova configuracao de rede
bool shouldSaveConfig = false;

const char* mqtt_server = "m24.cloudmqtt.com"; //Endereco do servidor
mqtt
const char* device_id = "esp8266"; //Nome do device

WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);

const int PIN_AP = 4; //pino do botao RESET WIFI CONFIG

const int ldr = A0; // pino de leitura do sensor LDR

const int pinoRele1 = 16; //PINO DIGITAL UTILIZADO POR RELE 1
const int pinoRele2 = 5; //PINO DIGITAL UTILIZADO POR RELE 2

const int pinoBotao1 = 13; //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO BOTAO
const int pinoBotao2 = 12; //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO BOTAO
int sensorValue;//Variavel que armazena valor ldr
int tentativas = 0; //variavel para contar a quantidades de
tentativas para conectar no servidor MQTT
int estor_flag = 0; //variavel QUE CONTROLA O ESTADO DO ESTOR (1
ABERTO /2 FECHADO)
int limit = 100; // variavel que define o valor LDR limete de abertura
e fechamento
int sum; //Variavel de soma para media do LDR usada para calculo da
media
int count; // CONTADOR PARA MEDIA LDR
int isAuto = 1; // FLAG PARA DEFINIR AUTOMATICO OU MANUAL
```

```

unsigned long lastMsg = 0; //VARIÁVEL CÁLCULO DE TEMPO PARA PRINTAR
E OBTER VALOR DO LDR

//variáveis para contagem de tempo
int i = 0;
unsigned long timeInit;
unsigned long timeEnd;
unsigned long seconds;
long lastReconnectAttempt = -900000; //contador de tempo para tentar
reconectar mqtt

// função para reset de configuração
void ICACHE_RAM_ATTR WifiReset(){

    WiFiManager wifiManager;
    Serial.println("resetar");
    wifiManager.resetSettings();
    delay(5000);
    Serial.println("Conectou ESP_AP!!!");
    ESP.restart();
}

//=====SETUP=====
void setup() {

    Serial.begin(115200); // Inicia a comunicação serial

    pinMode(PIN_AP, INPUT); //DEFINE O PINO reset COMO entrada
    pinMode(pinoRele1, OUTPUT); //DEFINE O PINO COMO saída
    pinMode(pinoRele2, OUTPUT); //DEFINE O PINO COMO saída

    pinMode(pinoBotao1, INPUT); //DEFINE O PINO COMO ENTRADA
    pinMode(pinoBotao2, INPUT); //DEFINE O PINO COMO ENTRADA

    digitalWrite(pinoRele1, HIGH); //rele INICIA DESLIGADO
    digitalWrite(pinoRele2, HIGH); //rele INICIA DESLIGADO

//declaração do objeto wifiManager
    WiFiManager wifiManager;

    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(PIN_AP), WifiReset, RISING);
//define quando o botão reset é apertado chama a função reset
//callback para quando entra em modo de configuração AP
    wifiManager.setAPCallback(configModeCallback);
//callback para quando se conecta em uma rede, ou seja, quando passa
a trabalhar em modo estação
    wifiManager.setSaveConfigCallback(saveConfigCallback);

    wifiManager.setMinimumSignalQuality(10); // % mínima para ele
mostrar no SCAN

    //wifiManager.setRemoveDuplicateAPs(false); //remover redes
duplicadas (SSID iguais)

```

```

wifiManager.setConfigPortalTimeout(180); //timeout de 180 seg/ 3
mim, para o ESP nao ficar esperando para ser configurado para sempre
if(!wifiManager.autoConnect("Estores","12345678")) { //cria uma
rede wifi com o nome Estores e senha 12345678
Serial.println("Falha na configuração de conexao WIFI");
    delay(3000);
}

client.setServer(mqtt_server, 11193);
client.setCallback(callback);
}
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
    Serial.print("Message arrived [");
    Serial.print(topic);
    Serial.print("] ");
    String payloadStr = "";
    for (int i = 0; i < length; i++) {
        payloadStr += (char)payload[i];
    }
    Serial.println();
    if (String(topic).equals("WebInCome")) {
        if (payloadStr.equals("on")) {

            openWindows();
            changeAuto();

        } else if (payloadStr.equals("off")) {
            closeWindows();
            changeAuto();
        } else {
            Serial.println("OPCAO INVALIDA");
        }
    }
}

}
boolean reconnect()
{
while (!client.connected() && tentativas < 3 )
{
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    if (client.connect(device_id, "beblqdfj", "VfjZp_kP0Jff"))
    {
        Serial.println("connected");
        client.subscribe("WebInCome");
    }
    else
    {
        Serial.print("failed, rc=");
        Serial.print(client.state());
        Serial.println(" try again in 5 seconds");
        delay(5000);
        tentativas=tentativas+1;
        Serial.print("Tentativas de conexao com servidor MQTT:");
        Serial.println(tentativas);
    }
}
}
}

```

```

    return client.connected();
}
//===================================================== LOOP=====

void loop() {
if (!client.connected()) {
    long nowmqt = millis();
    if (nowmqt - lastReconnectAttempt > 900000) {
        lastReconnectAttempt = nowmqt;
        tentativas =0;
        // Attempt to reconnect
        if (reconnect()) {
            lastReconnectAttempt = 0;
        }
    }
} else {
    // Client connected

    client.loop();
}
long now = millis();
if (now - lastMsg > 2000) {
    lastMsg = now;
    sensorValue = analogRead(ldr); // Ler o pino analogico A0 onde
esta conectado o LDR
    Serial.println(sensorValue); // Mostrar valor da voltagem no
monitor serial
}

checkButton();

if (estor_flag == 1 && sensorValue > limit && isAuto == 1) {
    sum = 0;
    count = 0;
    closeAuto();
}
if (estor_flag == 0 && sensorValue < limit && isAuto == 1) {
    sum = 0;
    count = 0;
    openAuto();
}
if (estor_flag == 0 && sensorValue > limit && isAuto == 0) {
    sum = 0;
    count = 0;
    closeAuto();
    changeAuto();
}

if (estor_flag == 1 && sensorValue < limit && isAuto == 0) {
    sum = 0;
    count = 0;
    openAuto();
    changeAuto();
}
}
}

```

```
//=====
=====
```

FUNCAO

```
int openWindows() {
    digitalWrite(pinoRele1, LOW); //muda estado do rele1 low
    delay (20);
    digitalWrite(pinoRele2, HIGH); //muda estado do rele2 high

    estor_flag = 1; //VARIABEL RECEBE O VALOR 1
    client.publish("WebOutCome", "#0000FF"); //RETORNA O CODIGO DE COR
    PARA O SERVIDOR MQTT

    Serial.println("ABRINDO");
}

int closeWindows() {
    digitalWrite(pinoRele1, HIGH); //muda estado do rele1 HIGH
    delay (20);
    digitalWrite(pinoRele2, LOW); //muda estado do rele2 LOW
    estor_flag = 0; //VARRIAVEL RECEBE O VALOR 0
    client.publish("WebOutCome", "#FF0000"); //RETORNA O CODIGO DE COR
    PARA O SERVIDOR MQTT
    Serial.println("FECHANDO");
}

int checkButton() {

    //-----CONFIG BOTAO 01-----
    -----
    if ((digitalRead(pinoBotao1) == HIGH) && (estor_flag == 0)) { //SE
    A LEITURA DO PINO FOR IGUAL A LOW E VARIABEL estor_flag FOR IGUAL A
    0, FAZ
        while (digitalRead(pinoBotao1) != 0) // TRAVA O LOOP EQUANTO O
        BOTAO ESTA PRECIONADO SERVIDO COM SEGURANÇã;A
        {
            delay(100);
        }
        openWindows();
        changeAuto();
    }
    //-----CONFIG BOTAO 02-----
    -----
    if ((digitalRead(pinoBotao2) == HIGH) && (estor_flag == 1)) { //SE
    A LEITURA DO PINO FOR IGUAL A LOW E VARIABEL estor_flag FOR IGUAL A
    0, FAZ

        while (digitalRead(pinoBotao2) != 0) // TRAVA O LOOP EQUANTO O
        BOTAO ESTA PRECIONADO SERVIDO COMO SEGURANCA
        {
            delay(100);
        }
        closeWindows();
        changeAuto();
    }
}
}
```

```

int changeAuto() {
  if (isAuto == 0) {
    isAuto = 1;
  } else {
    isAuto = 0;
  }
}

int closeAuto() {
  Serial.println("CALCULANDO MEDIA DE FECHAMENTO");
  timeInit = millis();
  seconds = 0;
  while (seconds < 10000) {
    checkButton();
    delay(10);
    sensorValue = analogRead(ldr); // Ler o pino analogico A0 onde
esta o LDR
    //Serial.println(sensorValue); // Mostrar valor da voltagem no
monitor serial
    sum = sum + sensorValue;
    count++;

    timeEnd = millis();
    seconds = timeEnd - timeInit;
  }
  int media = sum / count;
  if (media > limit) {
    closeWindows();
  }
}

int openAuto() {
  Serial.println("CALCULANDO MEDIA DE ABERTURA");
  timeInit = millis();
  seconds = 0;
  while (seconds < 10000) {
    checkButton();
    delay(10);
    sensorValue = analogRead(ldr); // Ler o pino analogico A0 onde
esta o LDR
    // Serial.println(sensorValue); // Mostrar valor da voltagem
no monitor serial
    sum = sum + sensorValue;
    count++;
    timeEnd = millis();
    seconds = timeEnd - timeInit;
  }
  int media = sum / count;
  if (media < limit) {
    openWindows();
  }
}

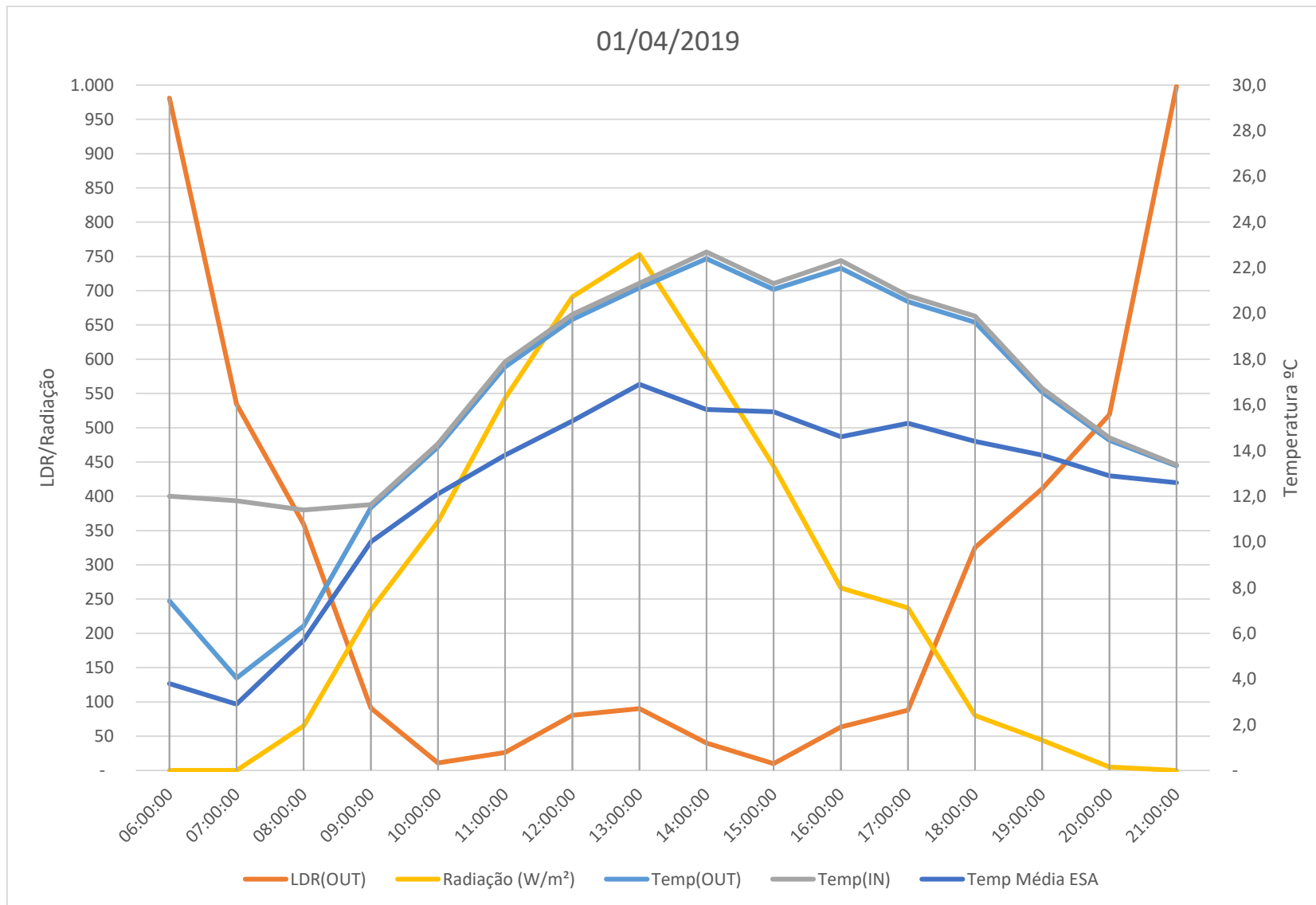
//callback que indica que o ESP entrou no modo AP
void configModeCallback (WiFiManager *myWiFiManager) {
  Serial.println("Entrou no modo de configuracao");
  Serial.println(WiFi.softAPIP()); //imprime o IP do AP
  Serial.println(myWiFiManager->getConfigPortalSSID()); //imprime o
SSID criado da rede

```

```
}  
  
//callback que indica que salvamos uma nova rede para se conectar  
(modo estacao)  
void saveConfigCallback () {  
    Serial.println("Configuracao salva");  
    Serial.println(WiFi.softAPIP()); //imprime o IP do AP  
}
```

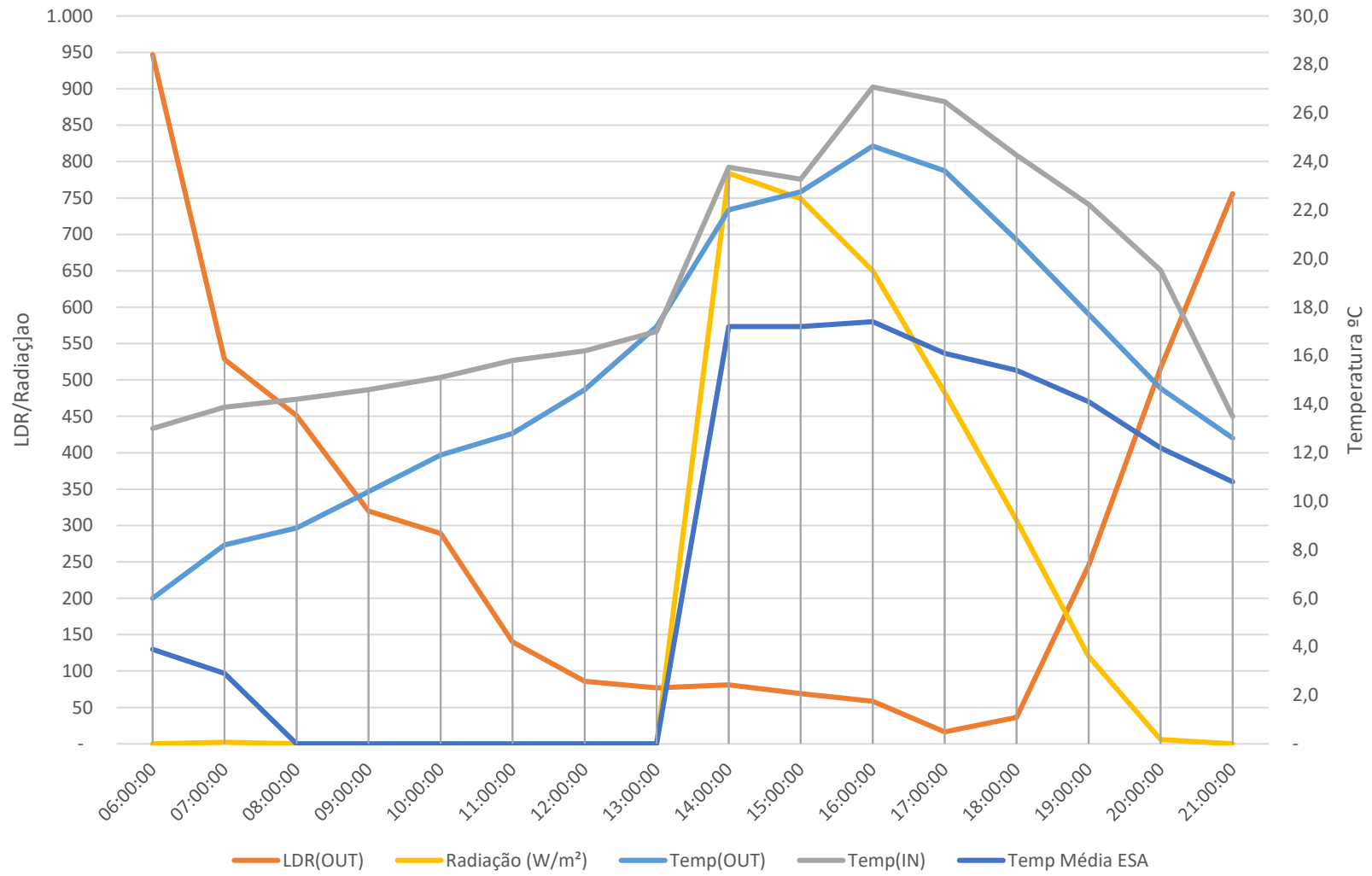
ANEXO 7

Dados Arduino				Dados ESAB 2019							
Externo				Interno							
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
01/04/2019	06:00:00	7,4	981	12,0	01/04/2019	06:00	3,80	6,9	3,8	0	
01/04/2019	07:00:00	4,0	534	11,8	01/04/2019	07:00	2,90	3,8	2,9	0	
01/04/2019	08:00:00	6,3	359	11,4	01/04/2019	08:00	5,70	5,7	3,9	65	
01/04/2019	09:00:00	11,5	91	11,6	01/04/2019	09:00	10,00	10	5,8	234	
01/04/2019	10:00:00	14,2	11	14,3	01/04/2019	10:00	12,10	12,1	10	363	
01/04/2019	11:00:00	17,7	26	17,9	01/04/2019	11:00	13,80	13,8	11,9	543	
01/04/2019	12:00:00	19,7	81	20,0	01/04/2019	12:00	15,30	15,3	13,8	691	
01/04/2019	13:00:00	21,1	90	21,3	01/04/2019	13:00	16,90	16,9	15,3	753	
01/04/2019	14:00:00	22,4	40	22,7	01/04/2019	14:00	15,80	17,5	15,8	601	
01/04/2019	15:00:00	21,1	10	21,3	01/04/2019	15:00	15,70	16,2	15,6	444	
01/04/2019	16:00:00	22,0	63	22,3	01/04/2019	16:00	14,60	15,7	14,4	266	
01/04/2019	17:00:00	20,5	88	20,8	01/04/2019	17:00	15,20	15,2	13,8	237	
01/04/2019	18:00:00	19,6	326	19,9	01/04/2019	18:00	14,40	15,3	14,3	80	
01/04/2019	19:00:00	16,6	411	16,7	01/04/2019	19:00	13,80	14,4	13,8	44	
01/04/2019	20:00:00	14,4	519	14,6	01/04/2019	20:00	12,90	13,8	12,9	5	
01/04/2019	21:00:00	13,3	998	13,4	01/04/2019	21:00	12,60	12,9	12,3	0	



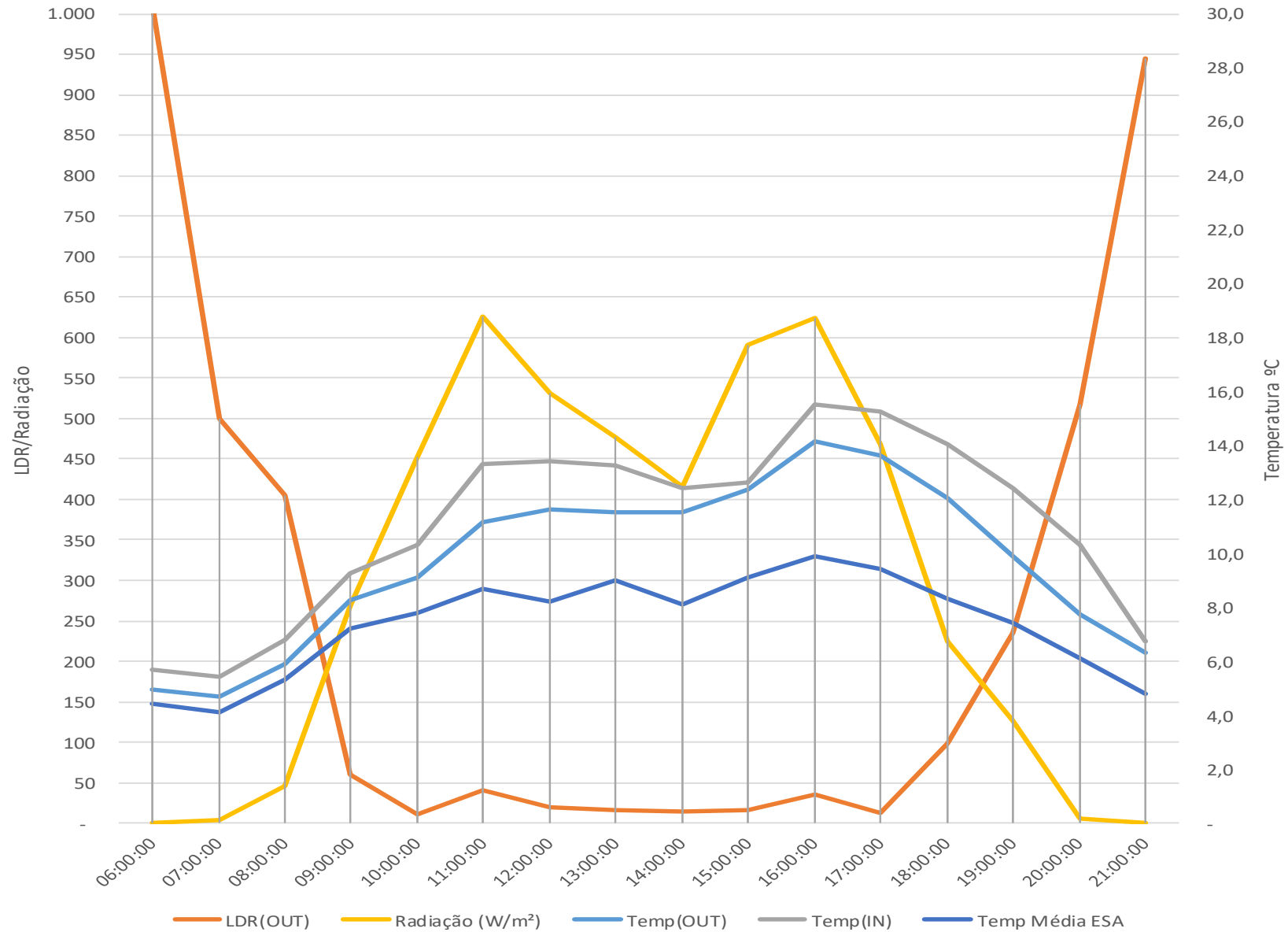
Dados Arduino				Interno	Dados ESAB 2019							
Externo				Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m²)		
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m²)		
02/04/2019	06:00:00	6,0	947	13,0	02/04/2019	06:00	3,90	4,6	3,9	0		
02/04/2019	07:00:00	8,2	528	13,9	02/04/2019	07:00	2,90	3,9	2,9	2		
02/04/2019	08:00:00	8,9	451	14,2	02/04/2019	08:00	---	---	---	---		
02/04/2019	09:00:00	10,4	320	14,6	02/04/2019	09:00	---	---	---	---		
02/04/2019	10:00:00	11,9	289	15,1	02/04/2019	10:00	---	---	---	---		
02/04/2019	11:00:00	12,8	140	15,8	02/04/2019	11:00	---	---	---	---		
02/04/2019	12:00:00	14,6	86	16,2	02/04/2019	12:00	---	---	---	---		
02/04/2019	13:00:00	17,2	77	17,0	02/04/2019	13:00	---	---	---	---		
02/04/2019	14:00:00	22,0	81	23,8	02/04/2019	14:00	17,20	17,2	16,6	784		
02/04/2019	15:00:00	22,8	69	23,3	02/04/2019	15:00	17,20	17,5	17,2	749		
02/04/2019	16:00:00	24,6	58	27,1	02/04/2019	16:00	17,40	17,6	17,1	650		
02/04/2019	17:00:00	23,6	16	26,5	02/04/2019	17:00	16,10	17,5	16,1	483		
02/04/2019	18:00:00	20,8	36	24,3	02/04/2019	18:00	15,40	16,2	15,4	307		
02/04/2019	19:00:00	17,7	246	22,2	02/04/2019	19:00	14,10	15,4	14,1	120		
02/04/2019	20:00:00	14,7	516	19,5	02/04/2019	20:00	12,20	14	12,2	6		
02/04/2019	21:00:00	12,6	756	13,5	02/04/2019	21:00	10,80	12,2	10,8	0		

02/04/2019



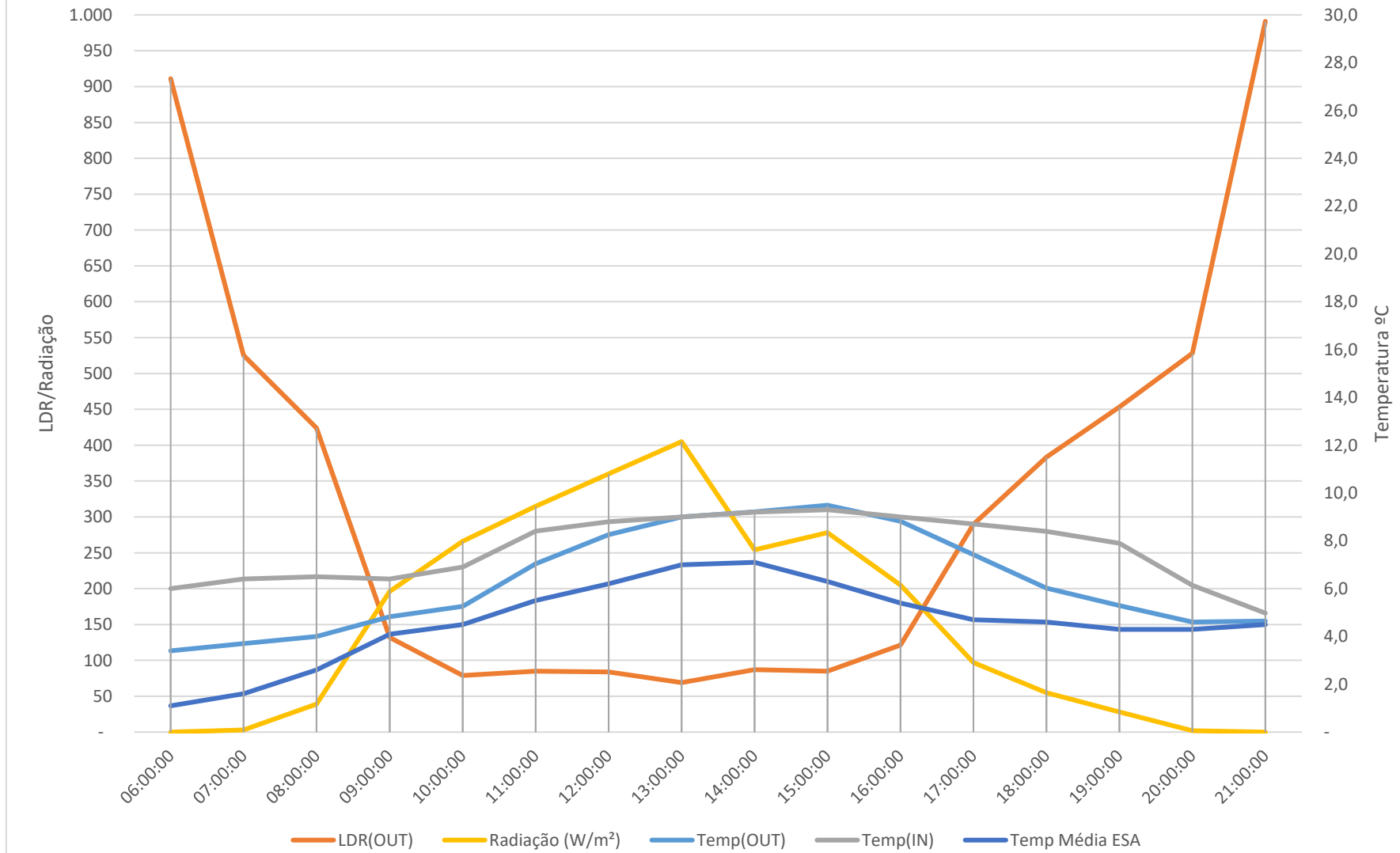
Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
03/04/2019	06:00:00	4,9	1.012	5,7	03/04/2019	06:00	4,40	4,6	4,3	0	
03/04/2019	07:00:00	4,7	500	5,4	03/04/2019	07:00	4,10	4,4	3,9	3	
03/04/2019	08:00:00	5,9	405	6,8	03/04/2019	08:00	5,30	5,3	4,1	45	
03/04/2019	09:00:00	8,3	60	9,3	03/04/2019	09:00	7,20	7,2	5,3	269	
03/04/2019	10:00:00	9,1	10	10,3	03/04/2019	10:00	7,80	7,8	7,2	452	
03/04/2019	11:00:00	11,1	40	13,3	03/04/2019	11:00	8,70	8,7	7,9	626	
03/04/2019	12:00:00	11,6	20	13,4	03/04/2019	12:00	8,20	9	8,2	532	
03/04/2019	13:00:00	11,5	15	13,3	03/04/2019	13:00	9,00	9,2	8	478	
03/04/2019	14:00:00	11,5	14	12,4	03/04/2019	14:00	8,10	9	7,4	415	
03/04/2019	15:00:00	12,4	16	12,6	03/04/2019	15:00	9,10	9,5	8,1	592	
03/04/2019	16:00:00	14,1	35	15,5	03/04/2019	16:00	9,90	10,1	9,1	624	
03/04/2019	17:00:00	13,6	13	15,3	03/04/2019	17:00	9,40	10,1	8,8	469	
03/04/2019	18:00:00	12,1	99	14,1	03/04/2019	18:00	8,30	9,4	8,2	225	
03/04/2019	19:00:00	9,9	235	12,4	03/04/2019	19:00	7,40	8,6	7,4	126	
03/04/2019	20:00:00	7,7	517	10,3	03/04/2019	20:00	6,10	7,4	6,1	6	
03/04/2019	21:00:00	6,3	946	6,7	03/04/2019	21:00	4,80	6,1	4,8	0	

03/04/2016

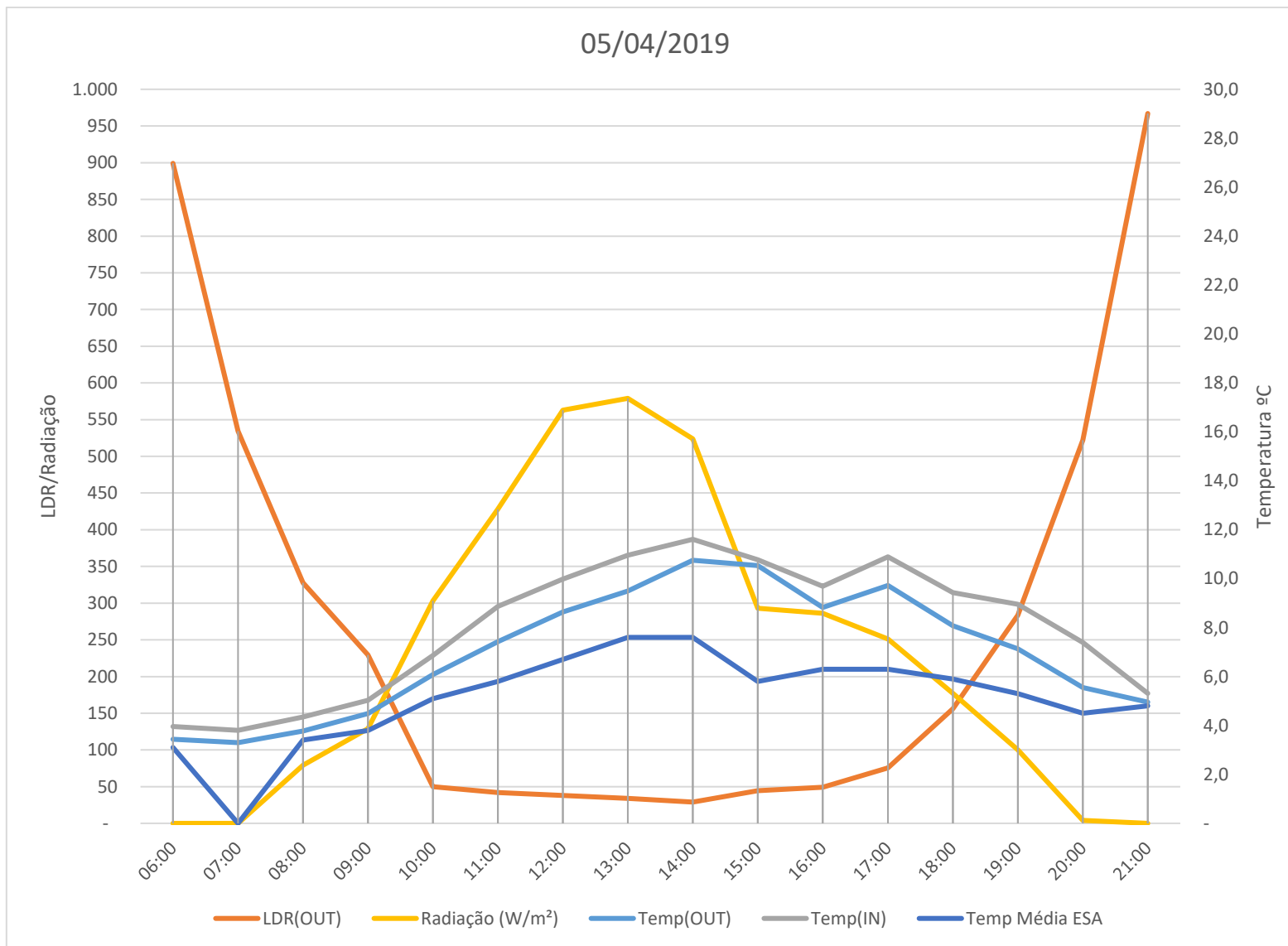


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
04/04/2019	06:00:00	3,4	911	6,0	04/04/2019	06:00	1,10	1,5	1,1	0	
04/04/2019	07:00:00	3,7	525	6,4	04/04/2019	07:00	1,60	1,6	0,9	3	
04/04/2019	08:00:00	4,0	424	6,5	04/04/2019	08:00	2,60	2,7	1,6	39	
04/04/2019	09:00:00	4,8	132	6,4	04/04/2019	09:00	4,10	4,2	2,6	196	
04/04/2019	10:00:00	5,3	79	6,9	04/04/2019	10:00	4,50	4,5	3,9	266	
04/04/2019	11:00:00	7,0	85	8,4	04/04/2019	11:00	5,50	5,5	4,5	315	
04/04/2019	12:00:00	8,3	84	8,8	04/04/2019	12:00	6,20	6,4	5,5	360	
04/04/2019	13:00:00	9,0	69	9,0	04/04/2019	13:00	7,00	7,2	6,2	405	
04/04/2019	14:00:00	9,2	87	9,2	04/04/2019	14:00	7,10	7,2	6,8	254	
04/04/2019	15:00:00	9,5	85	9,3	04/04/2019	15:00	6,30	7,3	6,3	278	
04/04/2019	16:00:00	8,8	121	9,0	04/04/2019	16:00	5,40	6,3	5,4	205	
04/04/2019	17:00:00	7,4	290	8,7	04/04/2019	17:00	4,70	5,5	4,7	97	
04/04/2019	18:00:00	6,0	383	8,4	04/04/2019	18:00	4,60	4,7	4,4	55	
04/04/2019	19:00:00	5,3	453	7,9	04/04/2019	19:00	4,30	4,6	4,3	28	
04/04/2019	20:00:00	4,6	528	6,1	04/04/2019	20:00	4,30	4,4	4,3	2	
04/04/2019	21:00:00	4,6	991	5,0	04/04/2019	21:00	4,50	4,5	4,3	0	

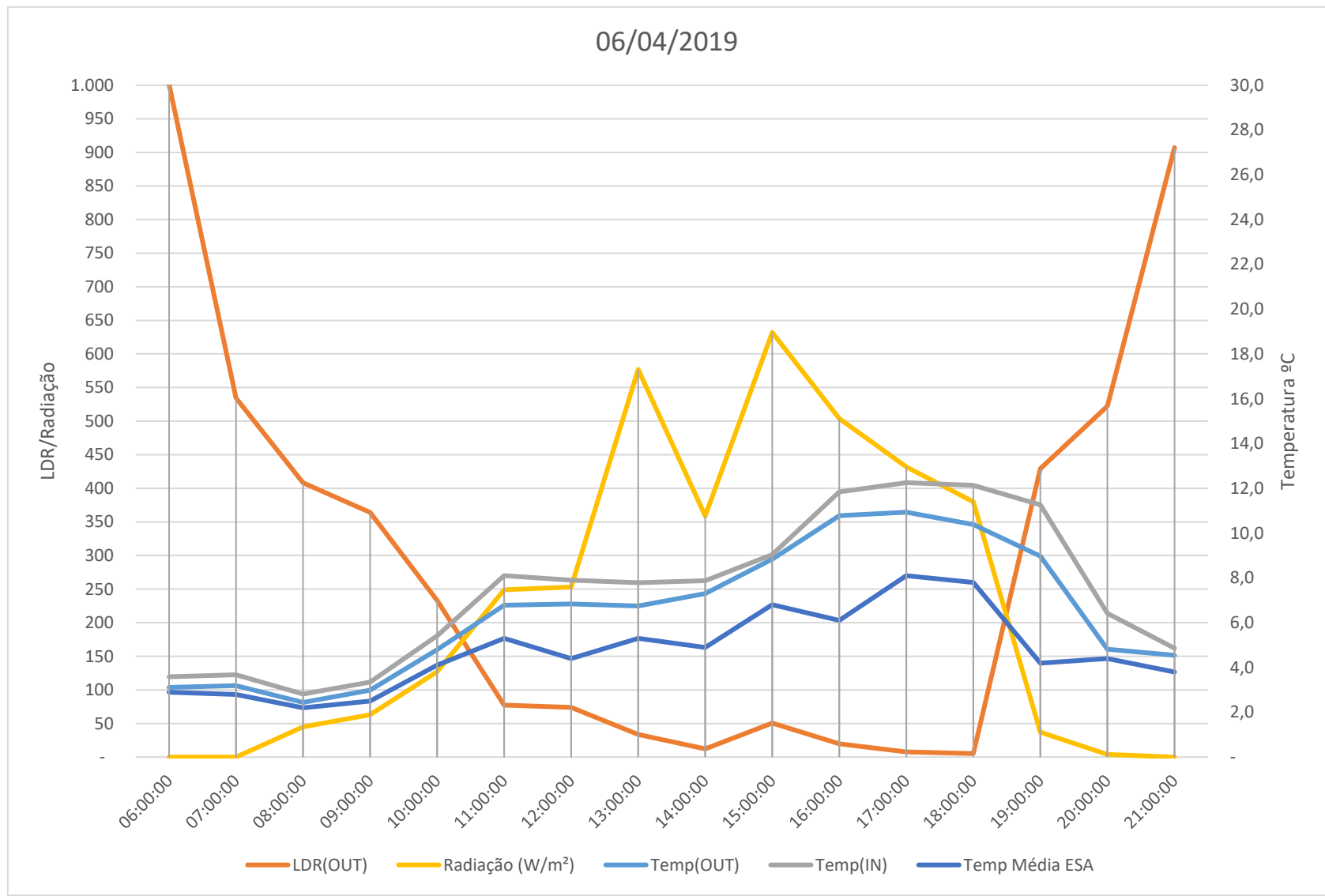
04/04/2019



Dados Arduino				Interno	Dados ESAB 2019							
Externo				Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)		
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)									
05/04/2019	06:00:00	3,4	899	4,0	05/04/2019	06:00	3,10	3,2	3,1	0		
05/04/2019	07:00:00	3,3	534	3,8	05/04/2019	07:00	---	3,1	2,9	0		
05/04/2019	08:00:00	3,8	328	4,3	05/04/2019	08:00	3,40	3,4	2,8	79		
05/04/2019	09:00:00	4,5	230	5,0	05/04/2019	09:00	3,80	3,9	3,4	129		
05/04/2019	10:00:00	6,1	50	6,9	05/04/2019	10:00	5,10	5,2	3,8	303		
05/04/2019	11:00:00	7,4	42	8,9	05/04/2019	11:00	5,80	5,8	4	428		
05/04/2019	12:00:00	8,6	38	10,0	05/04/2019	12:00	6,70	6,7	5,9	563		
05/04/2019	13:00:00	9,5	34	11,0	05/04/2019	13:00	7,60	7,6	6	579		
05/04/2019	14:00:00	10,8	29	11,6	05/04/2019	14:00	7,60	8,4	6,9	524		
05/04/2019	15:00:00	10,5	45	10,8	05/04/2019	15:00	5,80	8,1	5,8	293		
05/04/2019	16:00:00	8,8	49	9,7	05/04/2019	16:00	6,30	6,3	5,3	286		
05/04/2019	17:00:00	9,7	76	10,9	05/04/2019	17:00	6,30	7,2	6,3	251		
05/04/2019	18:00:00	8,1	156	9,4	05/04/2019	18:00	5,90	6,3	5,3	177		
05/04/2019	19:00:00	7,1	284	9,0	05/04/2019	19:00	5,30	6,2	5,3	100		
05/04/2019	20:00:00	5,5	522	7,4	05/04/2019	20:00	4,50	5,3	4,4	4		
05/04/2019	21:00:00	5,0	967	5,3	05/04/2019	21:00	4,80	4,8	4,4	0		

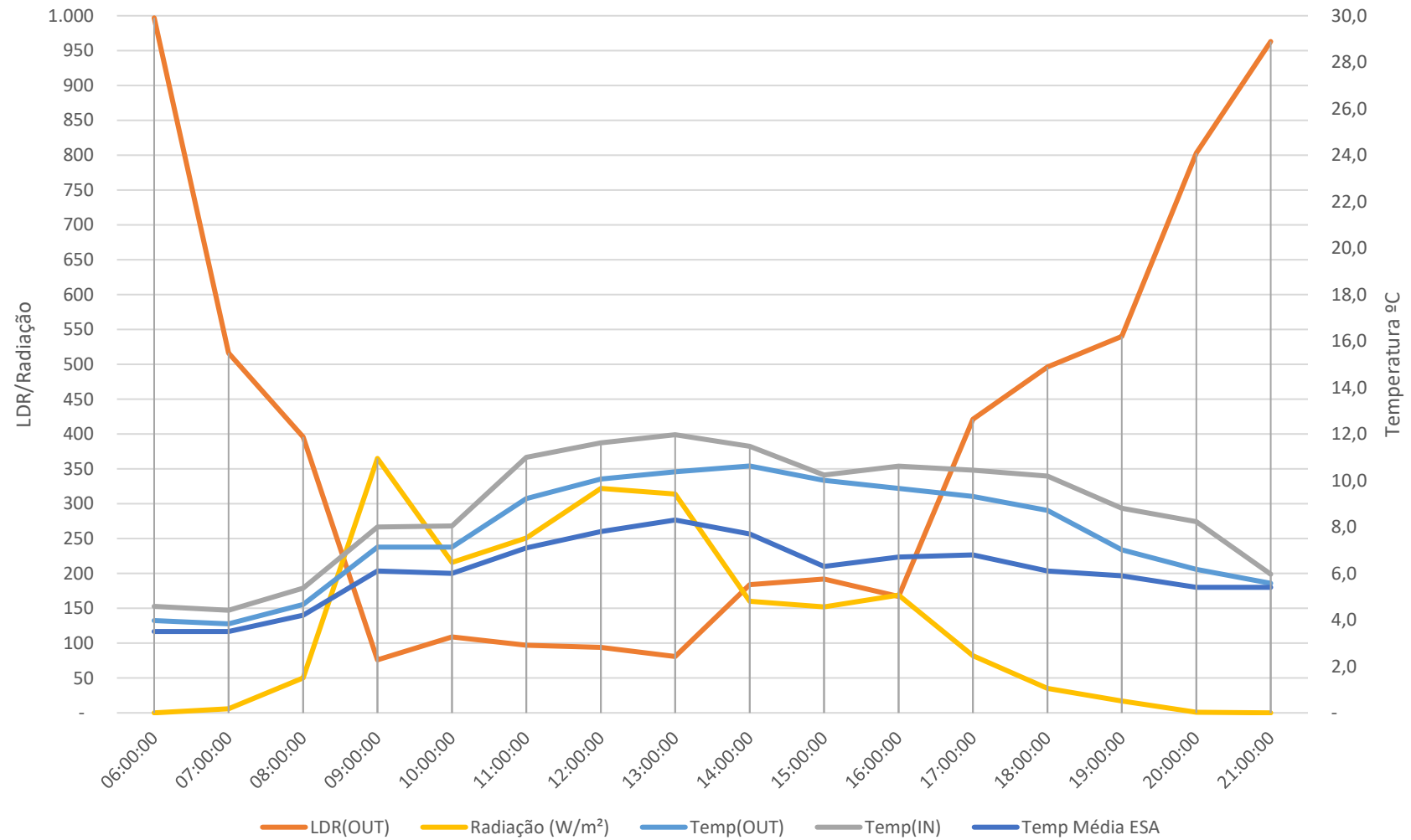


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
06/04/2019	06:00:00	3,1	1.001	3,6	06/04/2019	06:00	2,90	2,9	2,7	0	
06/04/2019	07:00:00	3,2	534	3,7	06/04/2019	07:00	2,80	3	2,6	0	
06/04/2019	08:00:00	2,4	408	2,8	06/04/2019	08:00	2,20	2,2	2,2	45	
06/04/2019	09:00:00	3,0	364	3,4	06/04/2019	09:00	2,50	2,6	1,9	63	
06/04/2019	10:00:00	4,8	233	5,4	06/04/2019	10:00	4,10	4,1	2,3	127	
06/04/2019	11:00:00	6,8	77	8,1	06/04/2019	11:00	5,30	5,3	4,1	249	
06/04/2019	12:00:00	6,8	74	7,9	06/04/2019	12:00	4,40	5,3	4	253	
06/04/2019	13:00:00	6,8	34	7,8	06/04/2019	13:00	5,30	5,4	4,3	577	
06/04/2019	14:00:00	7,3	12	7,9	06/04/2019	14:00	4,90	5,7	4,3	359	
06/04/2019	15:00:00	8,8	51	9,0	06/04/2019	15:00	6,80	6,8	4,9	632	
06/04/2019	16:00:00	10,8	20	11,8	06/04/2019	16:00	6,10	7,7	5,4	504	
06/04/2019	17:00:00	10,9	8	12,3	06/04/2019	17:00	8,10	8,1	6,1	432	
06/04/2019	18:00:00	10,4	5	12,1	06/04/2019	18:00	7,80	8,1	7,6	380	
06/04/2019	19:00:00	9,0	429	11,3	06/04/2019	19:00	4,20	7,8	4,2	37	
06/04/2019	20:00:00	4,8	522	6,4	06/04/2019	20:00	4,40	4,6	4,1	4	
06/04/2019	21:00:00	4,5	907	4,9	06/04/2019	21:00	3,80	4,4	3,8	0	

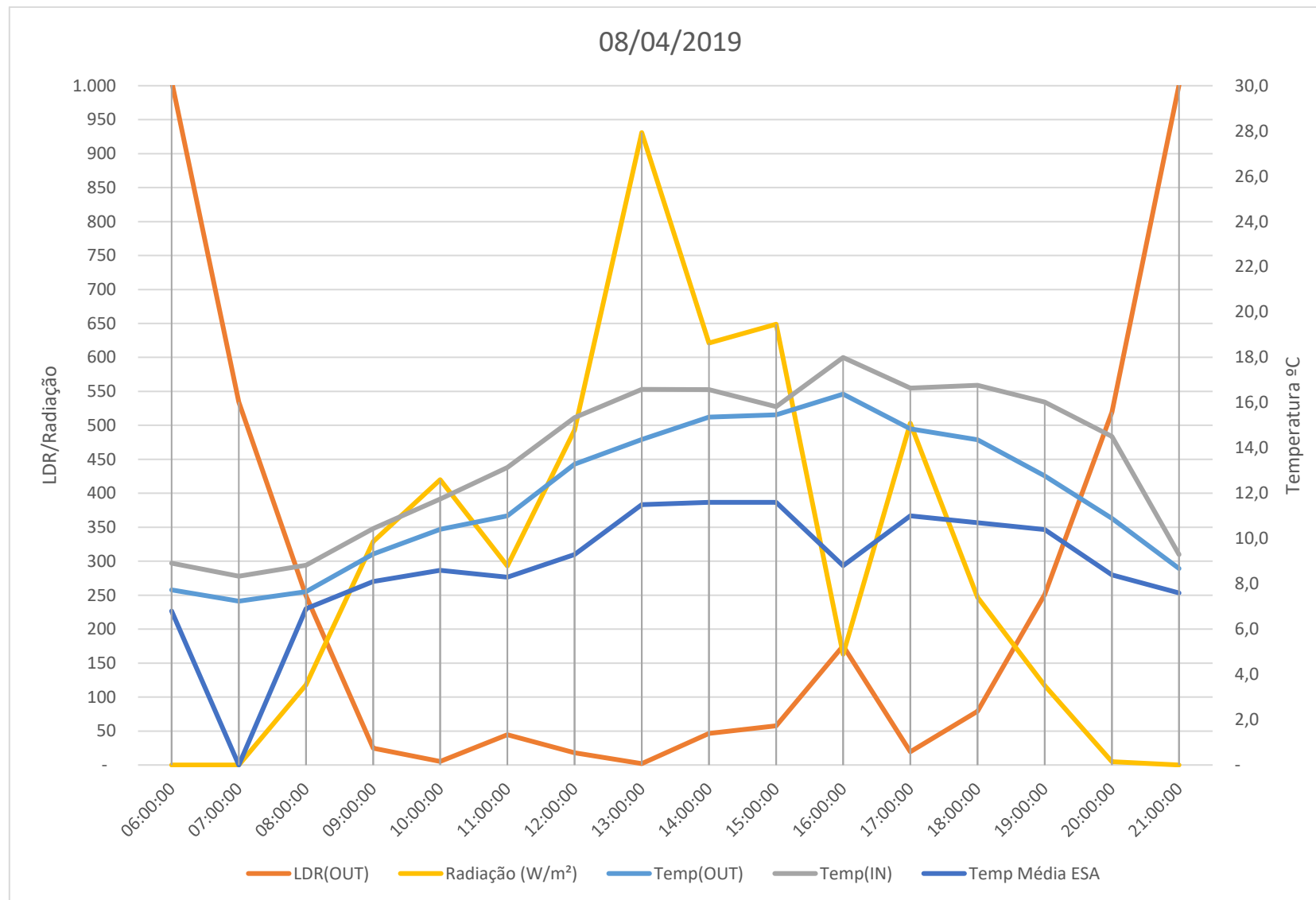


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
07/04/2019	06:00:00	4,0	997	4,6	07/04/2019	06:00	3,50	3,7	3,5	0	
07/04/2019	07:00:00	3,8	516	4,4	07/04/2019	07:00	3,50	3,6	3,4	6	
07/04/2019	08:00:00	4,7	396	5,4	07/04/2019	08:00	4,20	4,2	3,5	50	
07/04/2019	09:00:00	7,1	76	8,0	07/04/2019	09:00	6,10	6,2	4,2	365	
07/04/2019	10:00:00	7,1	109	8,0	07/04/2019	10:00	6,00	6,1	5,6	216	
07/04/2019	11:00:00	9,2	97	11,0	07/04/2019	11:00	7,10	7,2	6	251	
07/04/2019	12:00:00	10,1	94	11,6	07/04/2019	12:00	7,80	7,8	7,1	322	
07/04/2019	13:00:00	10,4	81	12,0	07/04/2019	13:00	8,30	8,3	7,8	314	
07/04/2019	14:00:00	10,6	184	11,5	07/04/2019	14:00	7,70	8,3	7,7	160	
07/04/2019	15:00:00	10,0	192	10,2	07/04/2019	15:00	6,30	7,7	6,3	152	
07/04/2019	16:00:00	9,7	167	10,6	07/04/2019	16:00	6,70	6,9	6,3	169	
07/04/2019	17:00:00	9,3	421	10,4	07/04/2019	17:00	6,80	6,9	6,6	82	
07/04/2019	18:00:00	8,7	496	10,2	07/04/2019	18:00	6,10	6,8	6,1	35	
07/04/2019	19:00:00	7,0	540	8,8	07/04/2019	19:00	5,90	6,1	5,9	17	
07/04/2019	20:00:00	6,2	803	8,2	07/04/2019	20:00	5,40	5,9	5,4	1	
07/04/2019	21:00:00	5,6	963	6,0	07/04/2019	21:00	5,40	5,4	5,4	0	

07/04/2019

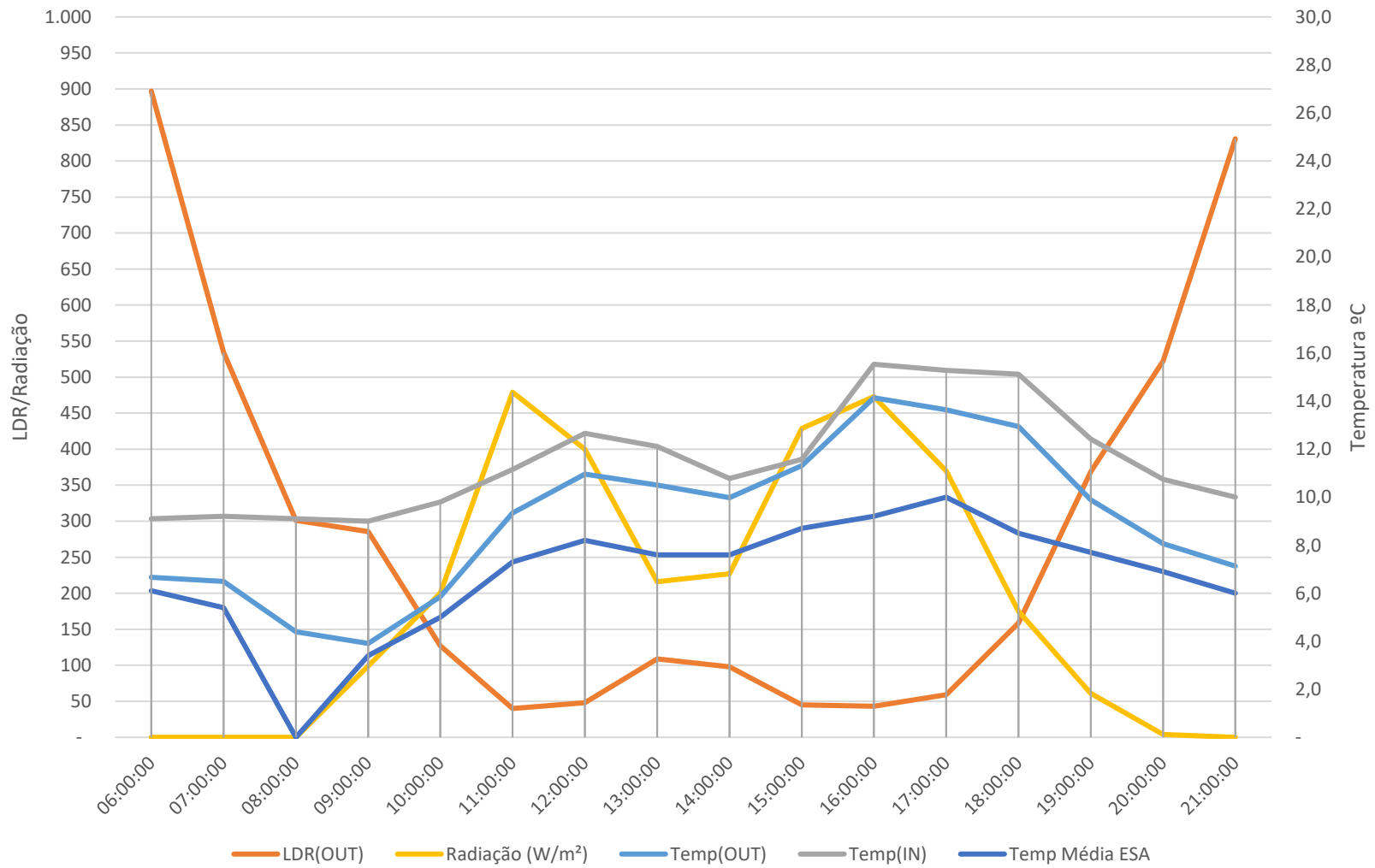


Dados Arduino				Interno	Dados ESAB 2019						
Externo				Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m²)	
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m²)	
08/04/2019	06:00:00	7,7	1.007	8,9	08/04/2019	06:00	6,80	7,2	6,8	0	
08/04/2019	07:00:00	7,2	534	8,3	08/04/2019	07:00	---	6,8	6,7	0	
08/04/2019	08:00:00	7,7	249	8,8	08/04/2019	08:00	6,90	6,9	6,1	118	
08/04/2019	09:00:00	9,3	25	10,4	08/04/2019	09:00	8,10	8,1	6,9	329	
08/04/2019	10:00:00	10,4	5	11,7	08/04/2019	10:00	8,60	8,9	8,1	420	
08/04/2019	11:00:00	11,0	45	13,1	08/04/2019	11:00	8,30	8,6	7,1	293	
08/04/2019	12:00:00	13,3	18	15,3	08/04/2019	12:00	9,30	10,3	8,3	493	
08/04/2019	13:00:00	14,4	2	16,6	08/04/2019	13:00	11,50	11,5	9,3	931	
08/04/2019	14:00:00	15,4	47	16,6	08/04/2019	14:00	11,60	12	11,2	621	
08/04/2019	15:00:00	15,5	58	15,8	08/04/2019	15:00	11,60	11,9	11,4	649	
08/04/2019	16:00:00	16,4	176	18,0	08/04/2019	16:00	8,80	11,7	8,8	163	
08/04/2019	17:00:00	14,9	20	16,6	08/04/2019	17:00	11,00	11	7,8	503	
08/04/2019	18:00:00	14,4	79	16,8	08/04/2019	18:00	10,70	11,2	10,7	247	
08/04/2019	19:00:00	12,8	251	16,0	08/04/2019	19:00	10,40	11,1	10,4	117	
08/04/2019	20:00:00	10,9	519	14,5	08/04/2019	20:00	8,40	10,4	8,4	5	
08/04/2019	21:00:00	8,7	1.001	9,3	08/04/2019	21:00	7,60	8,4	7,6	0	

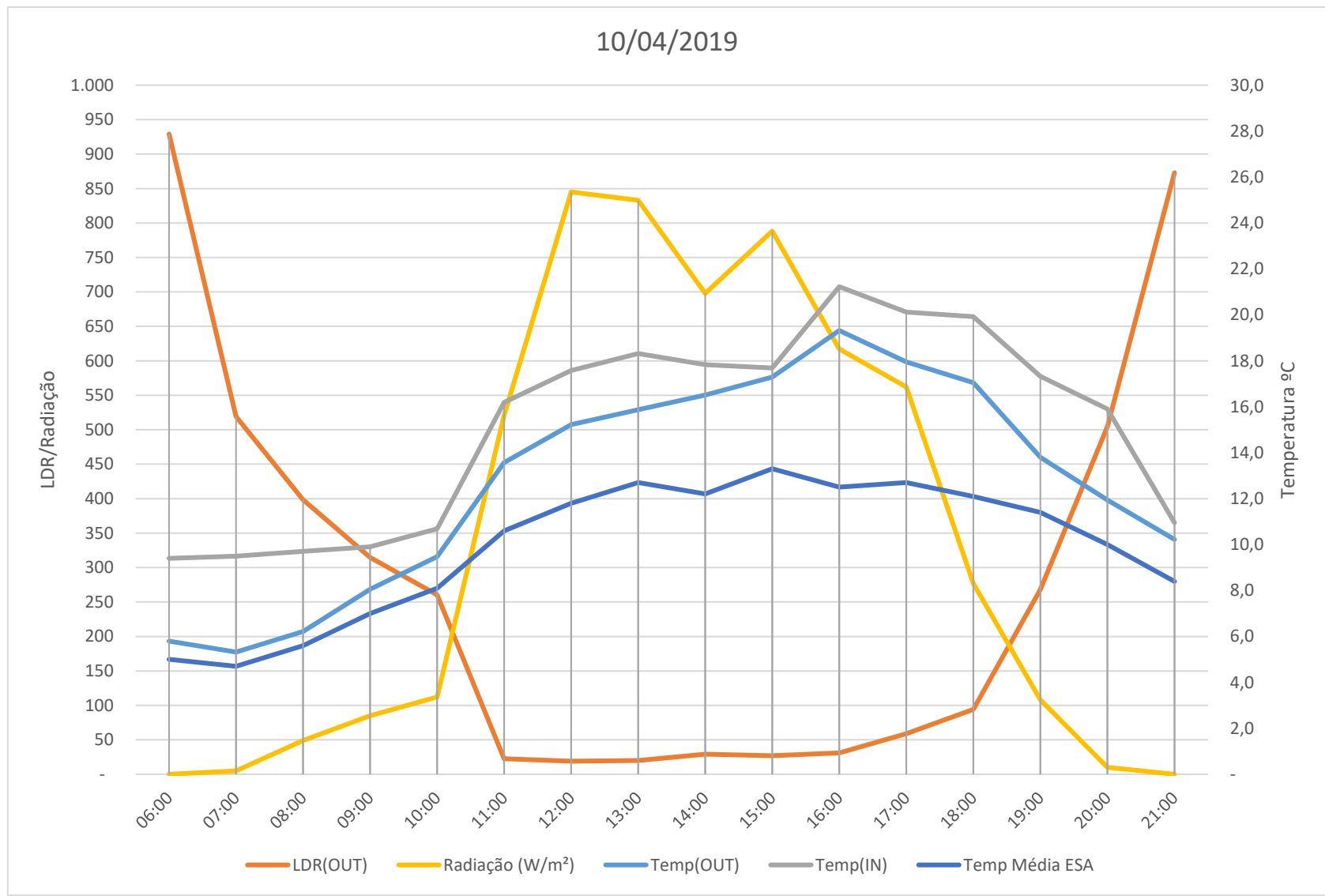


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
09/04/2019	06:00:00	6,7	897	9,1	09/04/2019	06:00	6,10	6,2	5,9	0	
09/04/2019	07:00:00	6,5	534	9,2	09/04/2019	07:00	5,40	6,1	5,4	0	
09/04/2019	08:00:00	4,4	301	9,1	09/04/2019	08:00	---	---	---	---	
09/04/2019	09:00:00	3,9	286	9,0	09/04/2019	09:00	3,40	3,4	3	99	
09/04/2019	10:00:00	5,9	127	9,8	09/04/2019	10:00	5,00	5	3,4	200	
09/04/2019	11:00:00	9,3	40	11,2	09/04/2019	11:00	7,30	7,3	5	479	
09/04/2019	12:00:00	11,0	48	12,7	09/04/2019	12:00	8,20	8,5	7,2	400	
09/04/2019	13:00:00	10,5	109	12,1	09/04/2019	13:00	7,60	8,4	7,4	216	
09/04/2019	14:00:00	10,0	98	10,8	09/04/2019	14:00	7,60	7,8	7,2	227	
09/04/2019	15:00:00	11,3	45	11,6	09/04/2019	15:00	8,70	8,7	7,1	429	
09/04/2019	16:00:00	14,1	43	15,5	09/04/2019	16:00	9,20	10,1	8,7	473	
09/04/2019	17:00:00	13,6	59	15,3	09/04/2019	17:00	10,00	10,1	8,7	370	
09/04/2019	18:00:00	12,9	159	15,1	09/04/2019	18:00	8,50	10,1	8,5	175	
09/04/2019	19:00:00	9,9	369	12,4	09/04/2019	19:00	7,70	8,6	7,7	61	
09/04/2019	20:00:00	8,1	522	10,7	09/04/2019	20:00	6,90	7,7	6,9	4	
09/04/2019	21:00:00	7,1	831	10,0	09/04/2019	21:00	6,00	6,9	6	0	

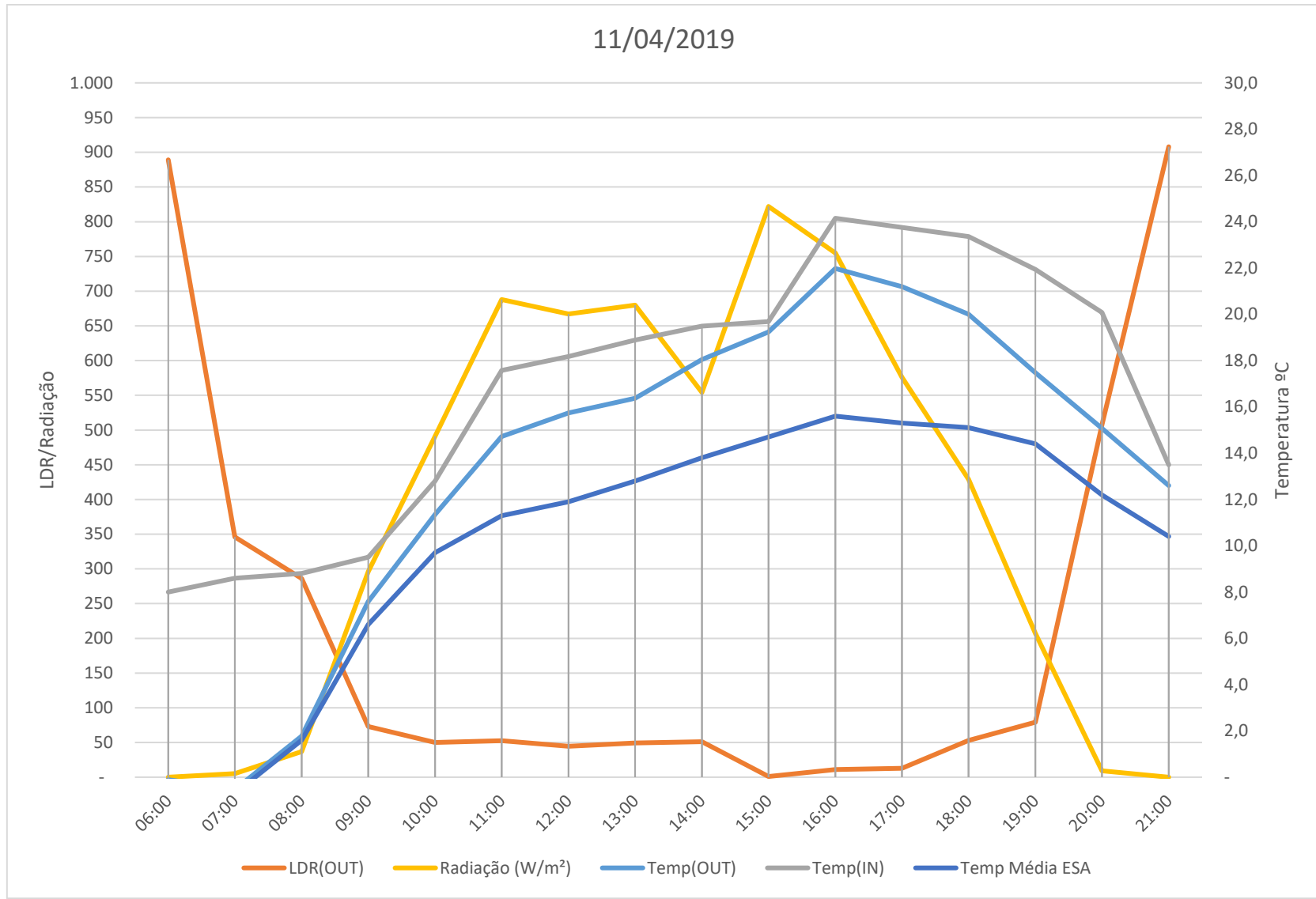
09/04/2019



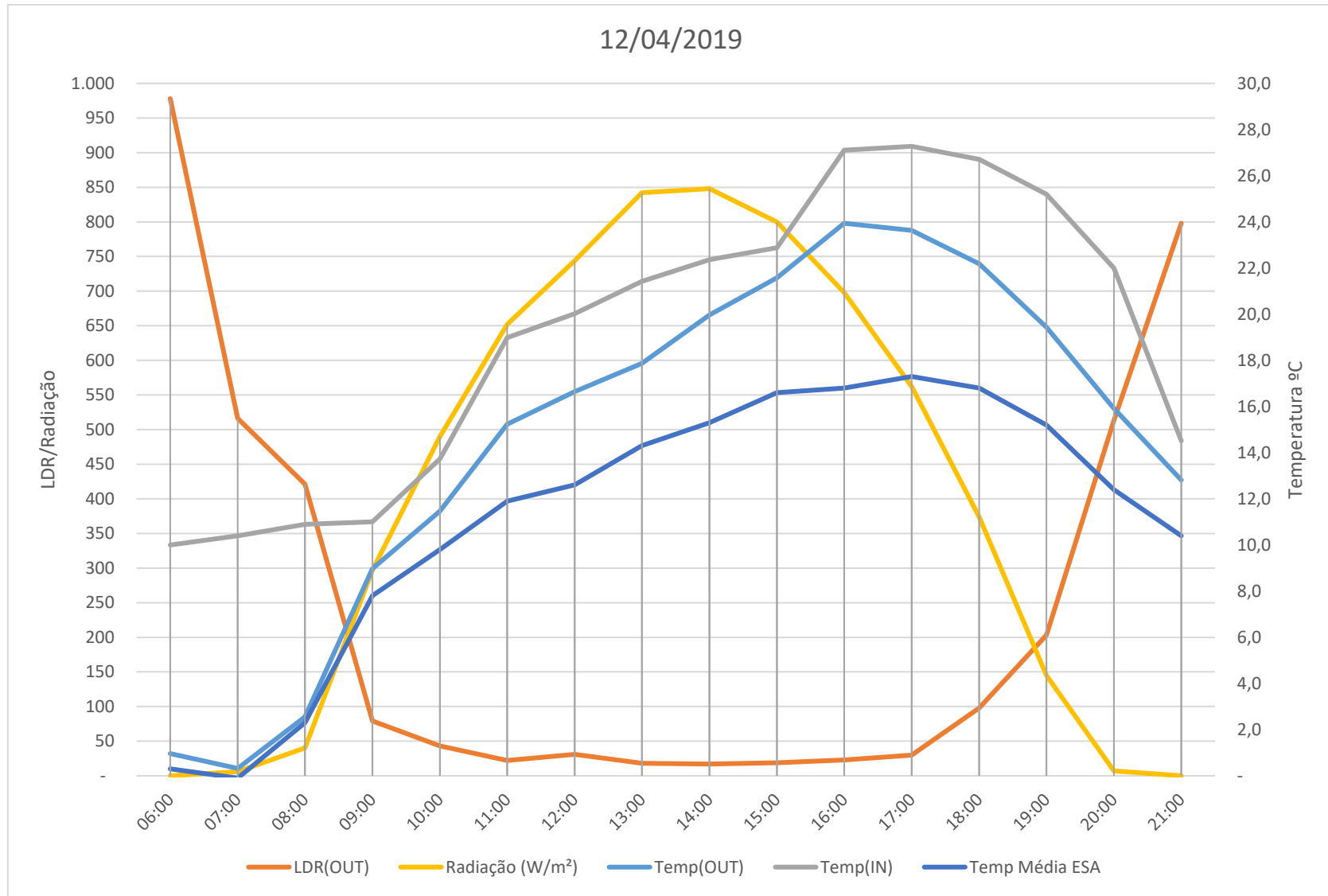
Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
10/04/2019	06:00:00	5,8	929	9,4	10/04/2019	06:00	5,00	5,4	5	0	
10/04/2019	07:00:00	5,3	519	9,5	10/04/2019	07:00	4,70	5	4,7	5	
10/04/2019	08:00:00	6,2	398	9,7	10/04/2019	08:00	5,60	5,6	4,7	49	
10/04/2019	09:00:00	8,1	315	9,9	10/04/2019	09:00	7,00	7	5,6	85	
10/04/2019	10:00:00	9,5	260	10,7	10/04/2019	10:00	8,10	8,1	7	112	
10/04/2019	11:00:00	13,6	22	16,2	10/04/2019	11:00	10,60	10,6	8,1	521	
10/04/2019	12:00:00	15,2	19	17,6	10/04/2019	12:00	11,80	11,8	10,6	845	
10/04/2019	13:00:00	15,9	20	18,3	10/04/2019	13:00	12,70	12,7	11,7	833	
10/04/2019	14:00:00	16,5	29	17,8	10/04/2019	14:00	12,20	12,9	11,7	698	
10/04/2019	15:00:00	17,3	27	17,7	10/04/2019	15:00	13,30	13,3	12,1	788	
10/04/2019	16:00:00	19,3	31	21,2	10/04/2019	16:00	12,50	13,8	12,5	617	
10/04/2019	17:00:00	18,0	59	20,1	10/04/2019	17:00	12,70	13,3	12,4	562	
10/04/2019	18:00:00	17,1	94	19,9	10/04/2019	18:00	12,10	13,3	12,1	277	
10/04/2019	19:00:00	13,8	268	17,3	10/04/2019	19:00	11,40	12	11,3	108	
10/04/2019	20:00:00	11,9	504	15,9	10/04/2019	20:00	10,00	11,4	10	10	
10/04/2019	21:00:00	10,2	873	10,9	10/04/2019	21:00	8,40	9,9	8,4	0	



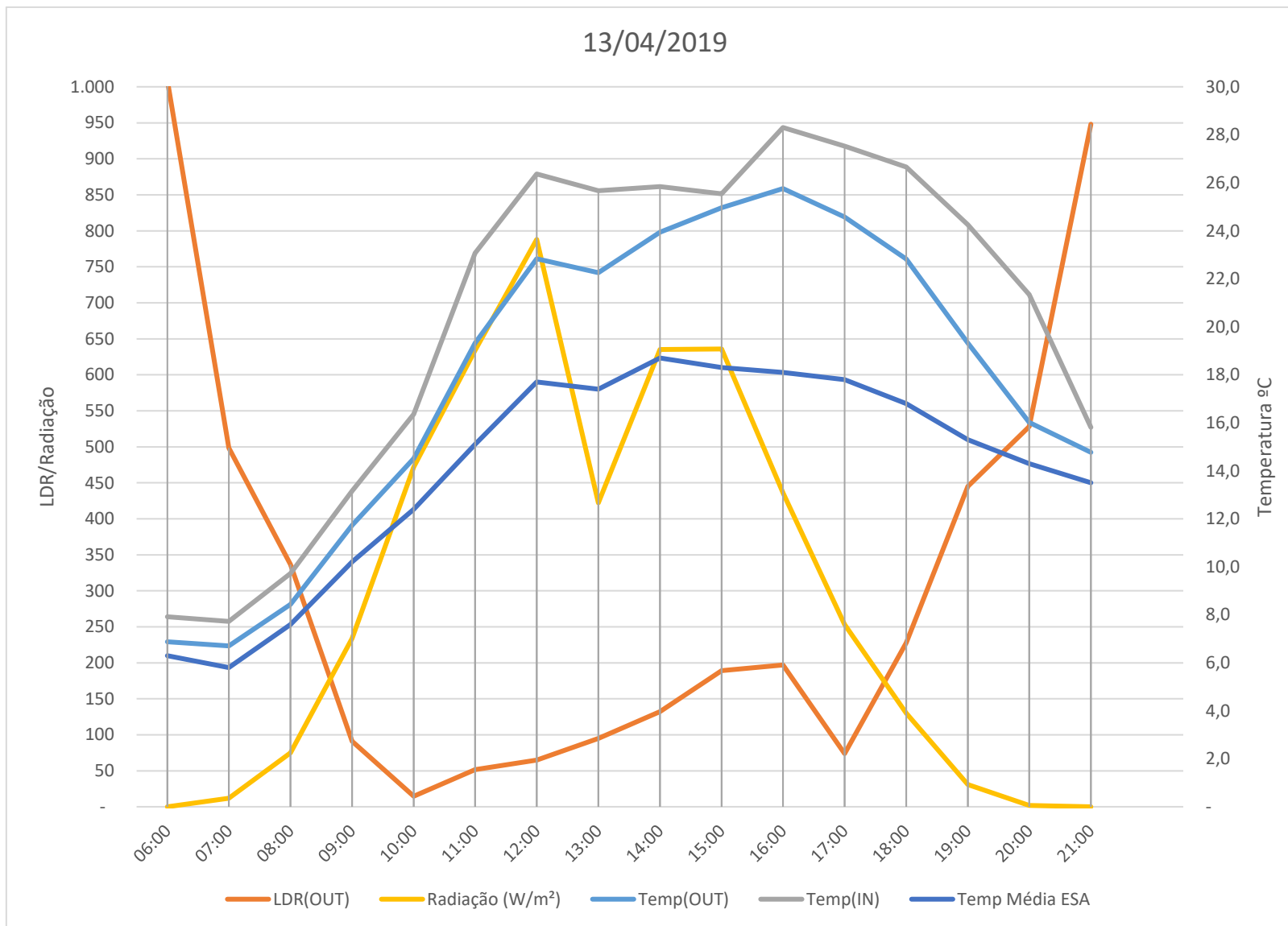
Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
11/04/2019	06:00:00	- 0,1	889	8,0	11/04/2019	06:00	-0,70	-0,1	-0,7	0	
11/04/2019	07:00:00	- 0,5	346	8,6	11/04/2019	07:00	-0,70	-0,5	-0,8	5	
11/04/2019	08:00:00	1,8	286	8,8	11/04/2019	08:00	1,60	1,6	-0,7	37	
11/04/2019	09:00:00	7,6	73	9,5	11/04/2019	09:00	6,60	6,6	1,6	296	
11/04/2019	10:00:00	11,3	50	12,8	11/04/2019	10:00	9,70	9,7	6,6	491	
11/04/2019	11:00:00	14,7	52	17,6	11/04/2019	11:00	11,30	11,5	9,7	688	
11/04/2019	12:00:00	15,7	44	18,2	11/04/2019	12:00	11,90	12,2	11,2	667	
11/04/2019	13:00:00	16,4	49	18,9	11/04/2019	13:00	12,80	13,1	11,9	680	
11/04/2019	14:00:00	18,0	51	19,5	11/04/2019	14:00	13,80	14,1	12,6	554	
11/04/2019	15:00:00	19,2	1	19,7	11/04/2019	15:00	14,70	14,8	13,8	822	
11/04/2019	16:00:00	22,0	11	24,1	11/04/2019	16:00	15,60	15,7	14,7	755	
11/04/2019	17:00:00	21,2	13	23,8	11/04/2019	17:00	15,30	15,7	15,2	576	
11/04/2019	18:00:00	20,0	53	23,4	11/04/2019	18:00	15,10	15,6	15,1	429	
11/04/2019	19:00:00	17,5	79	21,9	11/04/2019	19:00	14,40	15,2	14,4	207	
11/04/2019	20:00:00	15,1	507	20,1	11/04/2019	20:00	12,20	14,4	12,2	9	
11/04/2019	21:00:00	12,6	908	13,5	11/04/2019	21:00	10,40	12,2	10,4	0	



Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
12/04/2019	06:00:00	1,0	978	10,0	12/04/2019	06:00	0,30	0,9	0,2	0	
12/04/2019	07:00:00	0,3	516	10,4	12/04/2019	07:00	-0,10	0,3	-0,1	6	
12/04/2019	08:00:00	2,6	421	10,9	12/04/2019	08:00	2,30	2,3	-0,1	40	
12/04/2019	09:00:00	9,0	79	11,0	12/04/2019	09:00	7,80	7,8	2,3	297	
12/04/2019	10:00:00	11,5	43	13,7	12/04/2019	10:00	9,80	9,8	7,8	490	
12/04/2019	11:00:00	15,2	22	19,0	12/04/2019	11:00	11,90	11,9	9,8	652	
12/04/2019	12:00:00	16,6	31	20,0	12/04/2019	12:00	12,60	12,9	11,9	744	
12/04/2019	13:00:00	17,9	18	21,4	12/04/2019	13:00	14,30	14,3	12,6	842	
12/04/2019	14:00:00	20,0	17	22,4	12/04/2019	14:00	15,30	15,6	14,1	848	
12/04/2019	15:00:00	21,6	19	22,9	12/04/2019	15:00	16,60	16,6	15,3	800	
12/04/2019	16:00:00	23,9	23	27,1	12/04/2019	16:00	16,80	17,1	16,5	698	
12/04/2019	17:00:00	23,6	30	27,3	12/04/2019	17:00	17,30	17,5	16,8	562	
12/04/2019	18:00:00	22,2	98	26,7	12/04/2019	18:00	16,80	17,3	16,7	374	
12/04/2019	19:00:00	19,4	203	25,2	12/04/2019	19:00	15,20	16,9	15,2	145	
12/04/2019	20:00:00	15,9	513	22,0	12/04/2019	20:00	12,40	15,2	12,4	7	
12/04/2019	21:00:00	12,8	798	14,5	12/04/2019	21:00	10,40	12,4	10,4	0	

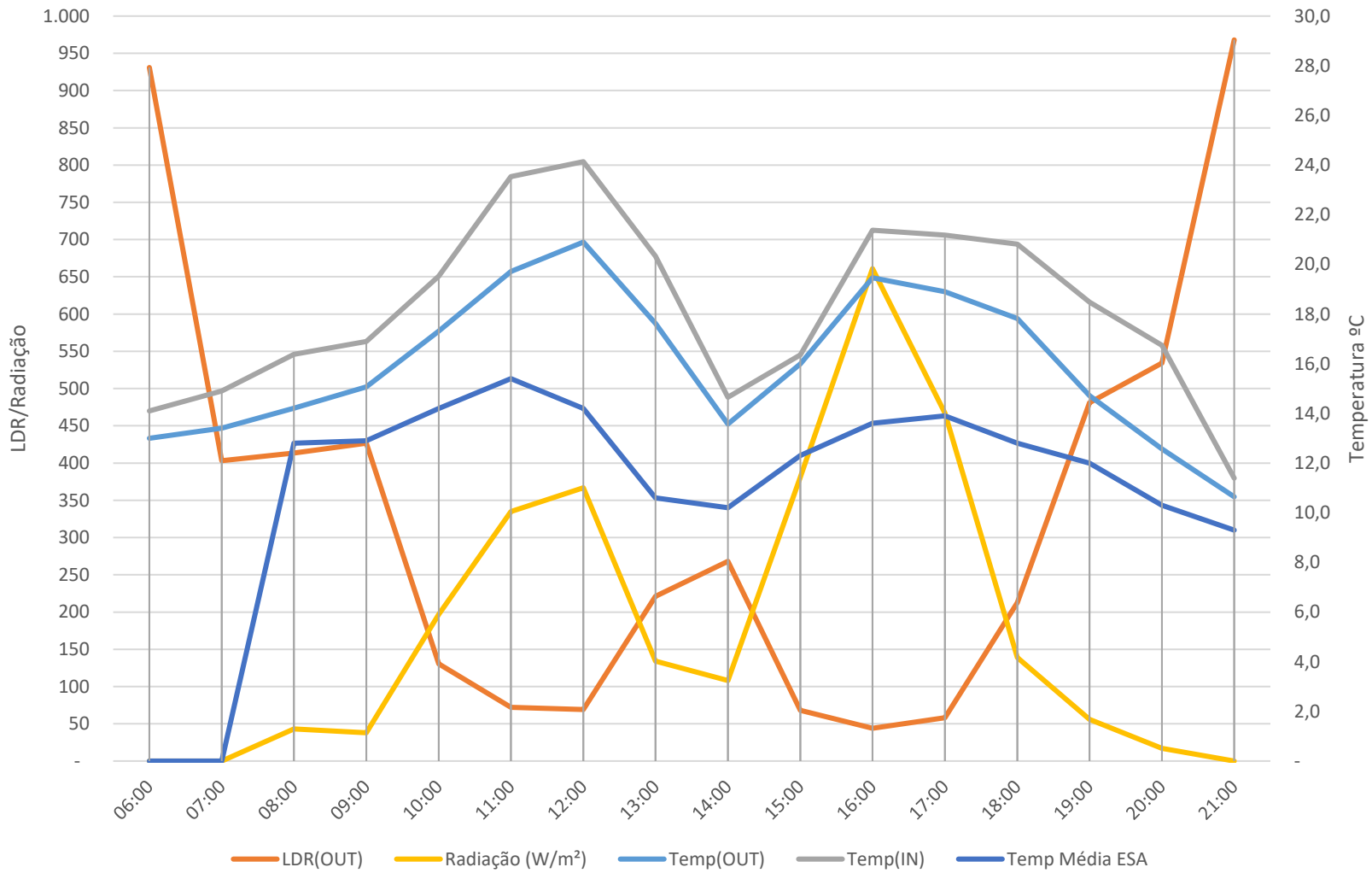


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
13/04/2019	06:00:00	6,9	1.009	7,9	13/04/2019	06:00	6,30	6,4	6,2	0	
13/04/2019	07:00:00	6,7	499	7,7	13/04/2019	07:00	5,80	6,3	5,7	12	
13/04/2019	08:00:00	8,4	337	9,7	13/04/2019	08:00	7,60	7,6	5,8	75	
13/04/2019	09:00:00	11,7	91	13,2	13/04/2019	09:00	10,20	10,2	7,6	234	
13/04/2019	10:00:00	14,5	15	16,4	13/04/2019	10:00	12,40	12,4	10,2	472	
13/04/2019	11:00:00	19,3	51	23,1	13/04/2019	11:00	15,10	15,1	12,4	634	
13/04/2019	12:00:00	22,8	65	26,4	13/04/2019	12:00	17,70	17,7	15,1	788	
13/04/2019	13:00:00	22,3	95	25,7	13/04/2019	13:00	17,40	17,8	17,1	422	
13/04/2019	14:00:00	23,9	132	25,8	13/04/2019	14:00	18,70	18,7	17,3	635	
13/04/2019	15:00:00	25,0	189	25,5	13/04/2019	15:00	18,30	19,2	18,3	636	
13/04/2019	16:00:00	25,8	197	28,3	13/04/2019	16:00	18,10	18,4	18,1	436	
13/04/2019	17:00:00	24,6	74	27,5	13/04/2019	17:00	17,80	18,2	17,6	253	
13/04/2019	18:00:00	22,8	228	26,7	13/04/2019	18:00	16,80	17,8	16,8	130	
13/04/2019	19:00:00	19,3	445	24,3	13/04/2019	19:00	15,30	16,8	15,3	31	
13/04/2019	20:00:00	16,0	528	21,3	13/04/2019	20:00	14,30	15,3	14,3	2	
13/04/2019	21:00:00	14,8	948	15,8	13/04/2019	21:00	13,50	14,3	13,5	0	

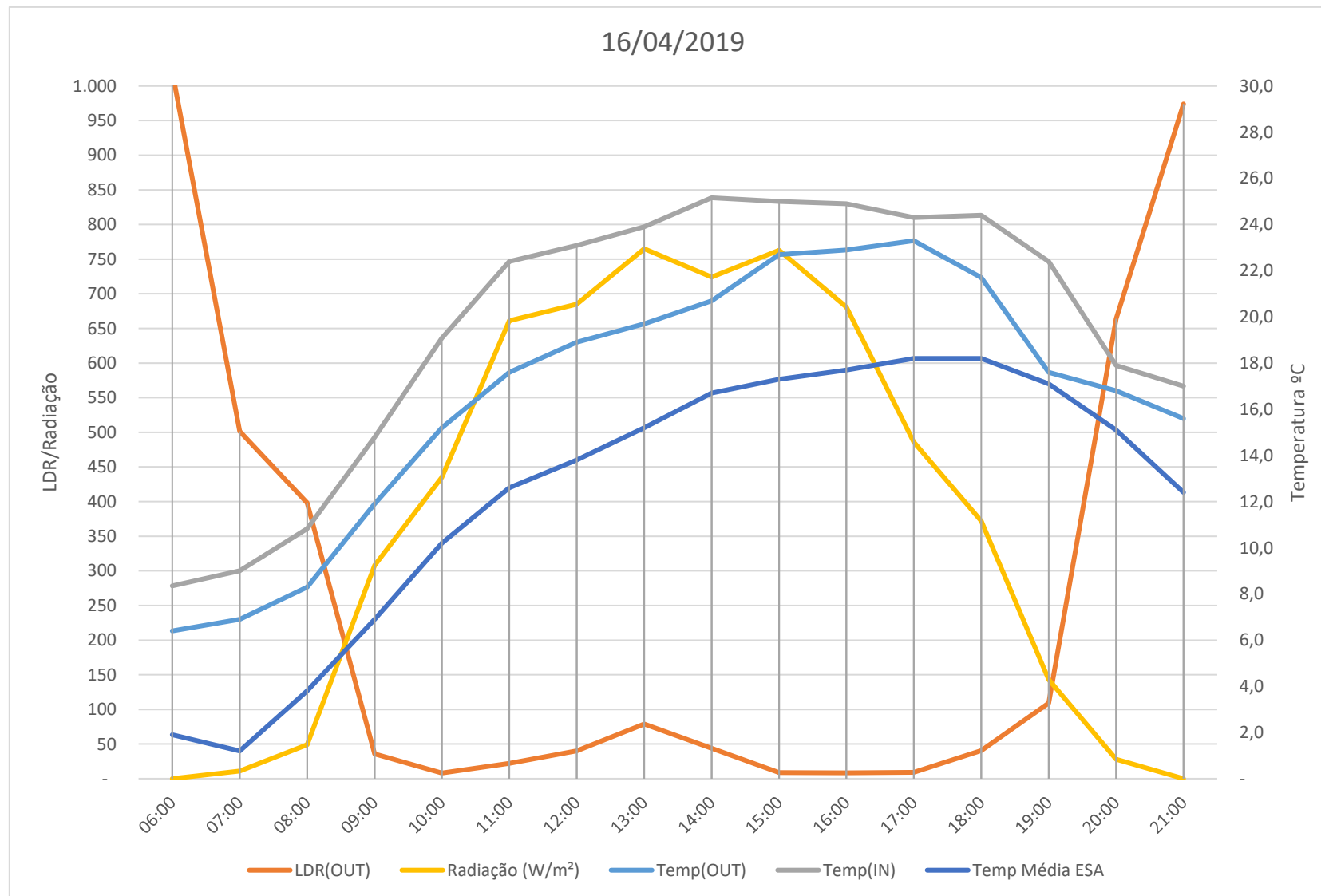


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
15/04/2019	06:00:00	13,0	931	14,1	15/04/2019	06:00	---	---	---	---	
15/04/2019	07:00:00	13,4	403	14,9	15/04/2019	07:00	---	---	---	---	
15/04/2019	08:00:00	14,2	413	16,4	15/04/2019	08:00	12,80	12,8	11,9	43	
15/04/2019	09:00:00	15,1	426	16,9	15/04/2019	09:00	12,90	13,1	12,8	38	
15/04/2019	10:00:00	17,3	131	19,5	15/04/2019	10:00	14,20	14,8	12,8	197	
15/04/2019	11:00:00	19,7	72	23,5	15/04/2019	11:00	15,40	15,4	14,1	335	
15/04/2019	12:00:00	20,9	69	24,1	15/04/2019	12:00	14,20	16,2	14,2	367	
15/04/2019	13:00:00	17,6	221	20,3	15/04/2019	13:00	10,60	14,1	10,6	134	
15/04/2019	14:00:00	13,6	268	14,6	15/04/2019	14:00	10,20	10,6	10,2	108	
15/04/2019	15:00:00	16,0	68	16,4	15/04/2019	15:00	12,30	12,3	10,3	381	
15/04/2019	16:00:00	19,5	44	21,4	15/04/2019	16:00	13,60	13,9	12,3	661	
15/04/2019	17:00:00	18,9	58	21,2	15/04/2019	17:00	13,90	14	13,4	467	
15/04/2019	18:00:00	17,8	213	20,8	15/04/2019	18:00	12,80	13,9	12,8	139	
15/04/2019	19:00:00	14,7	481	18,5	15/04/2019	19:00	12,00	12,8	12	56	
15/04/2019	20:00:00	12,6	534	16,7	15/04/2019	20:00	10,30	12	10,3	17	
15/04/2019	21:00:00	10,6	968	11,4	15/04/2019	21:00	9,30	10,3	9,3	0	

15/04/2019

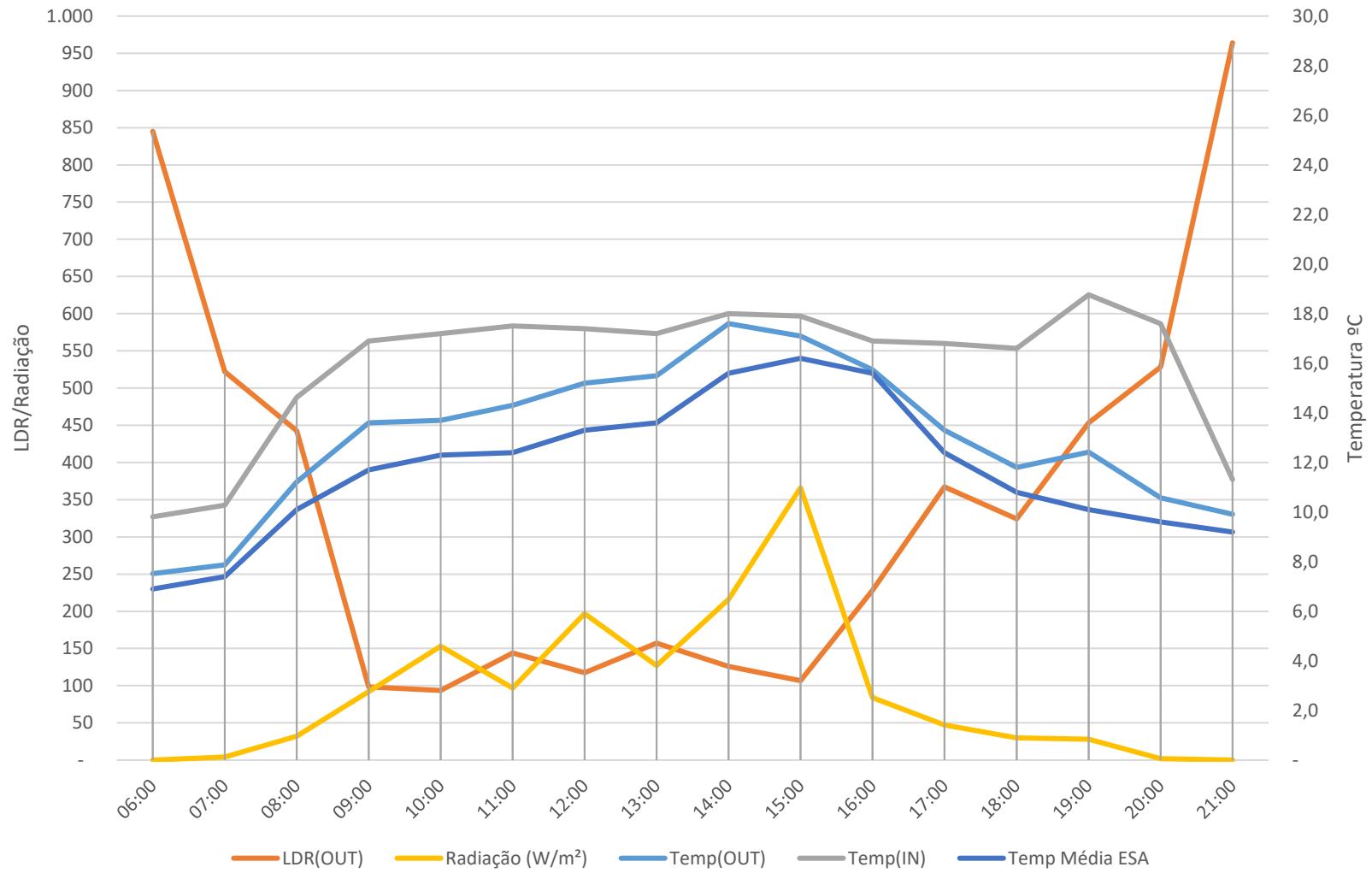


Dados Arduino				Interno	Dados ESAB 2019							
Externo				Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)		
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)		
16/04/2019	06:00:00	6,4	1.021	8,4	16/04/2019	06:00	1,90	2,4	1,7	0		
16/04/2019	07:00:00	6,9	501	9,0	16/04/2019	07:00	1,20	1,9	1,1	11		
16/04/2019	08:00:00	8,3	398	10,8	16/04/2019	08:00	3,80	3,8	1,2	49		
16/04/2019	09:00:00	11,9	36	14,8	16/04/2019	09:00	6,90	6,9	3,8	308		
16/04/2019	10:00:00	15,2	8	19,1	16/04/2019	10:00	10,20	10,2	6,9	435		
16/04/2019	11:00:00	17,6	22	22,4	16/04/2019	11:00	12,60	12,6	10,2	661		
16/04/2019	12:00:00	18,9	40	23,1	16/04/2019	12:00	13,80	13,9	12,6	685		
16/04/2019	13:00:00	19,7	79	23,9	16/04/2019	13:00	15,20	15,7	13,8	765		
16/04/2019	14:00:00	20,7	44	25,2	16/04/2019	14:00	16,70	16,7	15,2	724		
16/04/2019	15:00:00	22,7	9	25,0	16/04/2019	15:00	17,30	17,3	16,5	763		
16/04/2019	16:00:00	22,9	11	24,9	16/04/2019	16:00	17,70	17,9	17,2	681		
16/04/2019	17:00:00	23,3	28	24,3	16/04/2019	17:00	18,20	18,3	17,6	486		
16/04/2019	18:00:00	21,7	41	24,4	16/04/2019	18:00	18,20	18,3	17,9	372		
16/04/2019	19:00:00	17,6	109	22,4	16/04/2019	19:00	17,10	18,3	17	143		
16/04/2019	20:00:00	16,8	664	17,9	16/04/2019	20:00	15,10	17,1	15,1	28		
16/04/2019	21:00:00	15,6	974	17,0	16/04/2019	21:00	12,40	15,1	12,3	0		



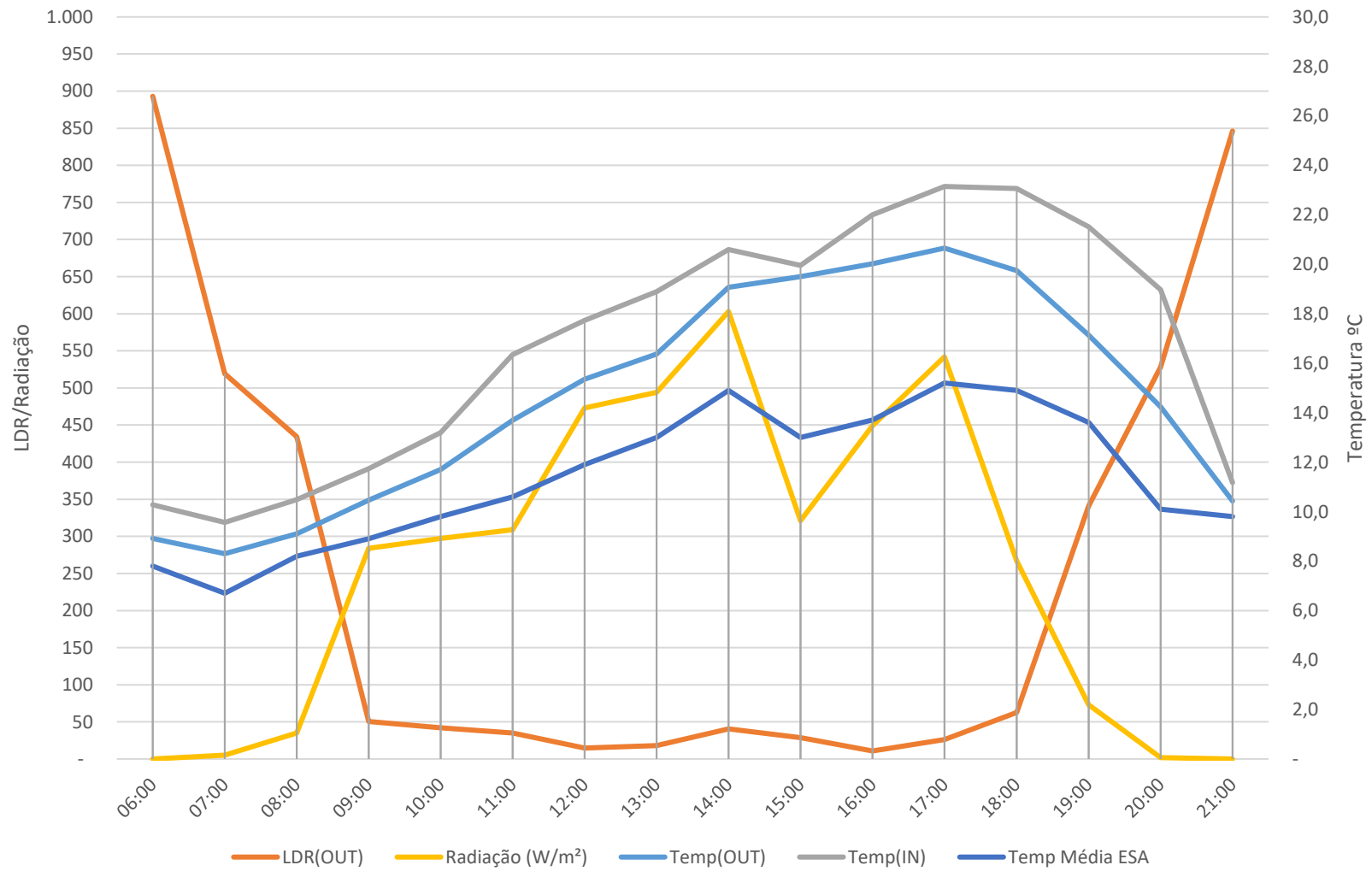
Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
17/04/2019	06:00:00	7,5	845	9,8	17/04/2019	06:00	6,90	7	6,8	0	
17/04/2019	07:00:00	7,9	522	10,3	17/04/2019	07:00	7,40	7,4	6,6	4	
17/04/2019	08:00:00	11,2	442	14,6	17/04/2019	08:00	10,10	10,1	7,4	32	
17/04/2019	09:00:00	13,6	98	16,9	17/04/2019	09:00	11,70	11,7	10,1	92	
17/04/2019	10:00:00	13,7	94	17,2	17/04/2019	10:00	12,30	12,4	11,7	153	
17/04/2019	11:00:00	14,3	144	17,5	17/04/2019	11:00	12,40	12,4	12,3	97	
17/04/2019	12:00:00	15,2	118	17,4	17/04/2019	12:00	13,30	13,4	12,4	197	
17/04/2019	13:00:00	15,5	157	17,2	17/04/2019	13:00	13,60	13,6	13,3	127	
17/04/2019	14:00:00	17,6	126	18,0	17/04/2019	14:00	15,60	15,6	13,6	216	
17/04/2019	15:00:00	17,1	107	17,9	17/04/2019	15:00	16,20	16,7	15,6	366	
17/04/2019	16:00:00	15,7	228	16,9	17/04/2019	16:00	15,60	16,2	15,6	84	
17/04/2019	17:00:00	13,3	367	16,8	17/04/2019	17:00	12,40	15,6	12,4	47	
17/04/2019	18:00:00	11,8	324	16,6	17/04/2019	18:00	10,80	12,4	10,8	30	
17/04/2019	19:00:00	12,4	453	18,8	17/04/2019	19:00	10,10	10,8	10,1	28	
17/04/2019	20:00:00	10,6	528	17,6	17/04/2019	20:00	9,60	10,1	9,6	2	
17/04/2019	21:00:00	9,9	964	11,3	17/04/2019	21:00	9,20	9,6	9,2	0	

17/04/2019

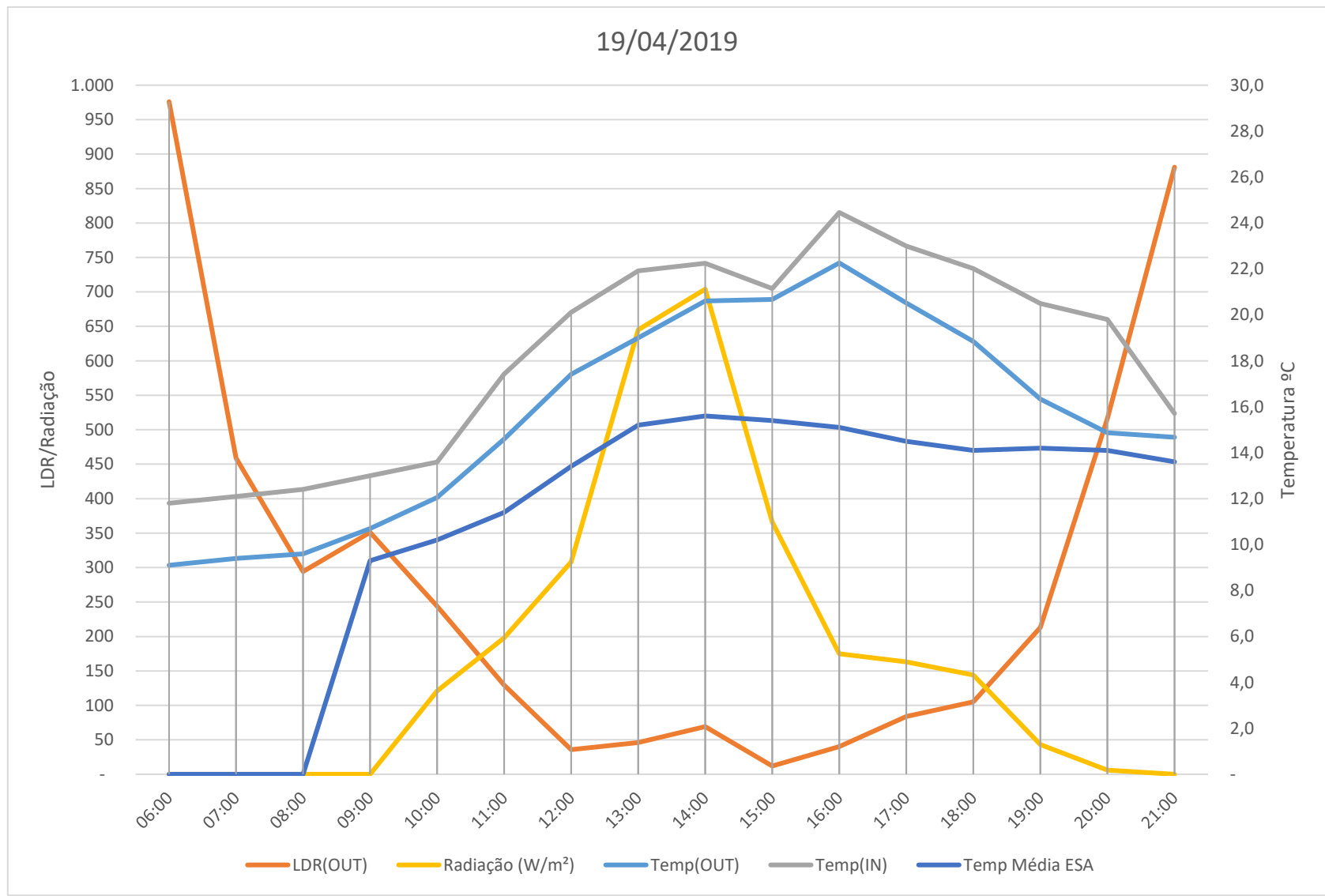


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
18/04/2019	06:00:00	8,9	893	10,3	18/04/2019	06:00	7,80	8,3	7,8	0	
18/04/2019	07:00:00	8,3	519	9,6	18/04/2019	07:00	6,70	7,8	6,6	5	
18/04/2019	08:00:00	9,1	434	10,5	18/04/2019	08:00	8,20	8,2	6,6	35	
18/04/2019	09:00:00	10,5	50	11,7	18/04/2019	09:00	8,90	9,1	8,2	284	
18/04/2019	10:00:00	11,7	42	13,2	18/04/2019	10:00	9,80	10	8,9	297	
18/04/2019	11:00:00	13,7	35	16,3	18/04/2019	11:00	10,60	10,7	9,7	309	
18/04/2019	12:00:00	15,4	15	17,7	18/04/2019	12:00	11,90	11,9	10,5	473	
18/04/2019	13:00:00	16,4	18	18,9	18/04/2019	13:00	13,00	13,1	11,9	494	
18/04/2019	14:00:00	19,1	41	20,6	18/04/2019	14:00	14,90	14,9	13	603	
18/04/2019	15:00:00	19,5	29	20,0	18/04/2019	15:00	13,00	15	13	321	
18/04/2019	16:00:00	20,0	11	22,0	18/04/2019	16:00	13,70	14,3	12,7	449	
18/04/2019	17:00:00	20,7	26	23,1	18/04/2019	17:00	15,20	15,3	13,6	542	
18/04/2019	18:00:00	19,7	63	23,1	18/04/2019	18:00	14,90	15,4	14,8	267	
18/04/2019	19:00:00	17,1	341	21,5	18/04/2019	19:00	13,60	14,9	13,6	73	
18/04/2019	20:00:00	14,2	528	19,0	18/04/2019	20:00	10,10	13,6	10,1	2	
18/04/2019	21:00:00	10,4	846	11,2	18/04/2019	21:00	9,80	10,1	9,6	0	

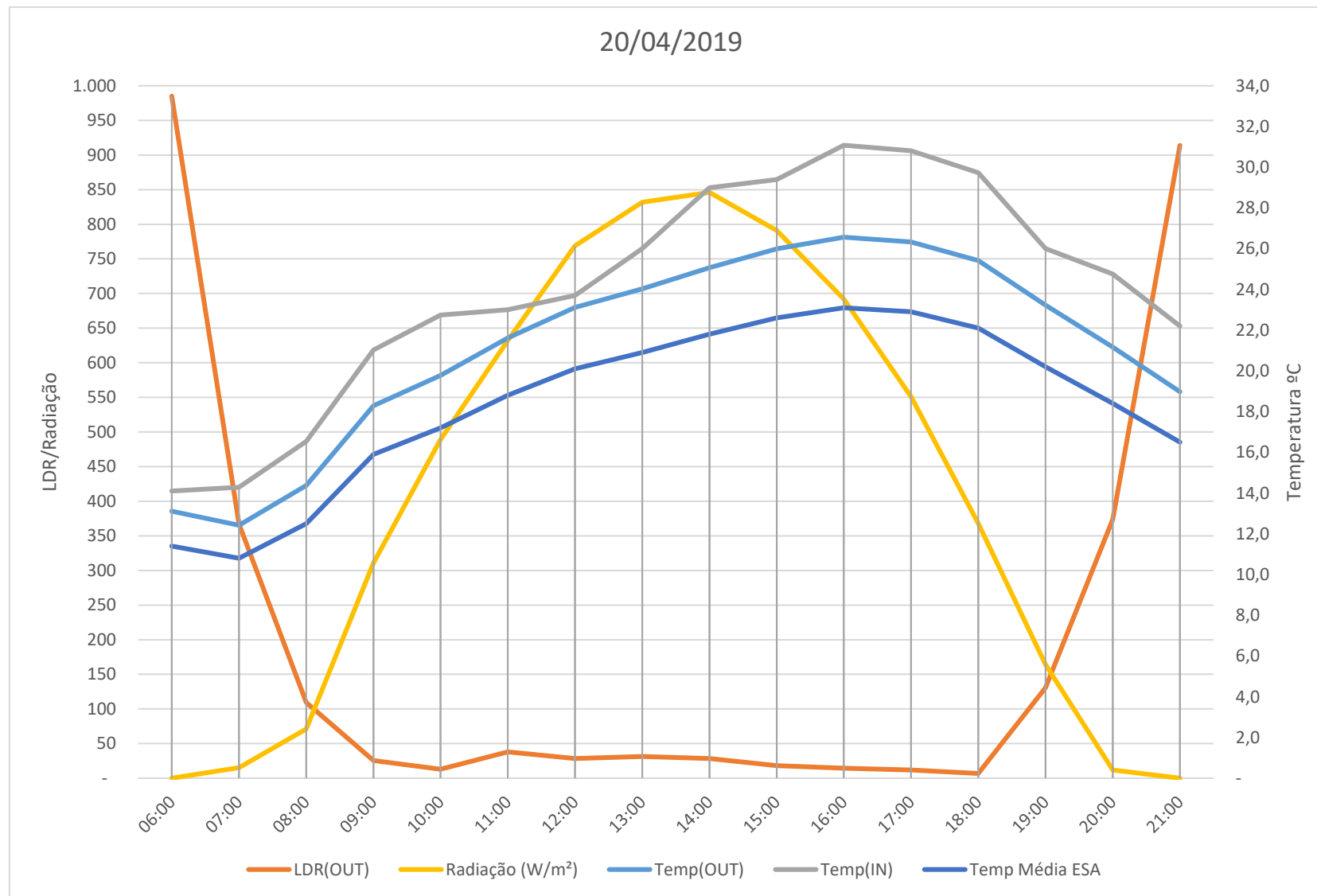
18/04/2019



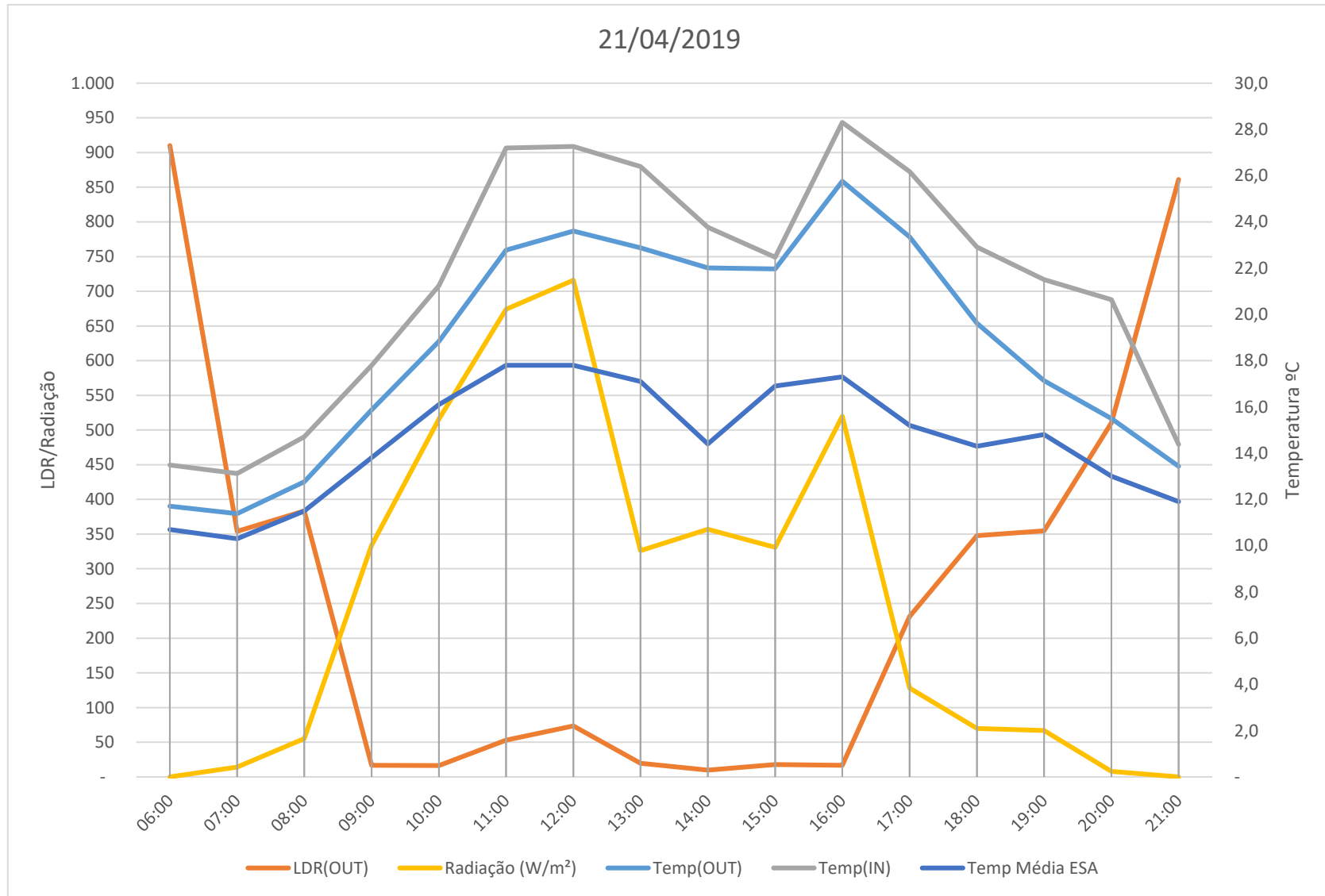
Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
19/04/2019	06:00:00	9,1	976	11,8	19/04/2019	06:00	---	---	---	---	
19/04/2019	07:00:00	9,4	459	12,1	19/04/2019	07:00	---	---	---	---	
19/04/2019	08:00:00	9,6	294	12,4	19/04/2019	08:00	---	---	---	---	
19/04/2019	09:00:00	10,7	351	13,0	19/04/2019	09:00	9,30	9,3	9,3	---	
19/04/2019	10:00:00	12,1	244	13,6	19/04/2019	10:00	10,20	10,3	9,6	121	
19/04/2019	11:00:00	14,6	129	17,4	19/04/2019	11:00	11,40	11,4	10,2	198	
19/04/2019	12:00:00	17,4	36	20,1	19/04/2019	12:00	13,40	13,5	11,5	308	
19/04/2019	13:00:00	19,0	46	21,9	19/04/2019	13:00	15,20	15,2	13,4	645	
19/04/2019	14:00:00	20,6	69	22,2	19/04/2019	14:00	15,60	16,1	14,5	704	
19/04/2019	15:00:00	20,7	12	21,1	19/04/2019	15:00	15,40	15,9	15,2	366	
19/04/2019	16:00:00	22,3	40	24,5	19/04/2019	16:00	15,10	15,9	14,9	175	
19/04/2019	17:00:00	20,5	84	23,0	19/04/2019	17:00	14,50	15,2	14,4	163	
19/04/2019	18:00:00	18,8	105	22,0	19/04/2019	18:00	14,10	14,7	14,1	144	
19/04/2019	19:00:00	16,3	213	20,5	19/04/2019	19:00	14,20	14,2	13,9	43	
19/04/2019	20:00:00	14,9	516	19,8	19/04/2019	20:00	14,10	14,2	14,1	6	
19/04/2019	21:00:00	14,7	881	15,7	19/04/2019	21:00	13,60	14,2	13,6	0	



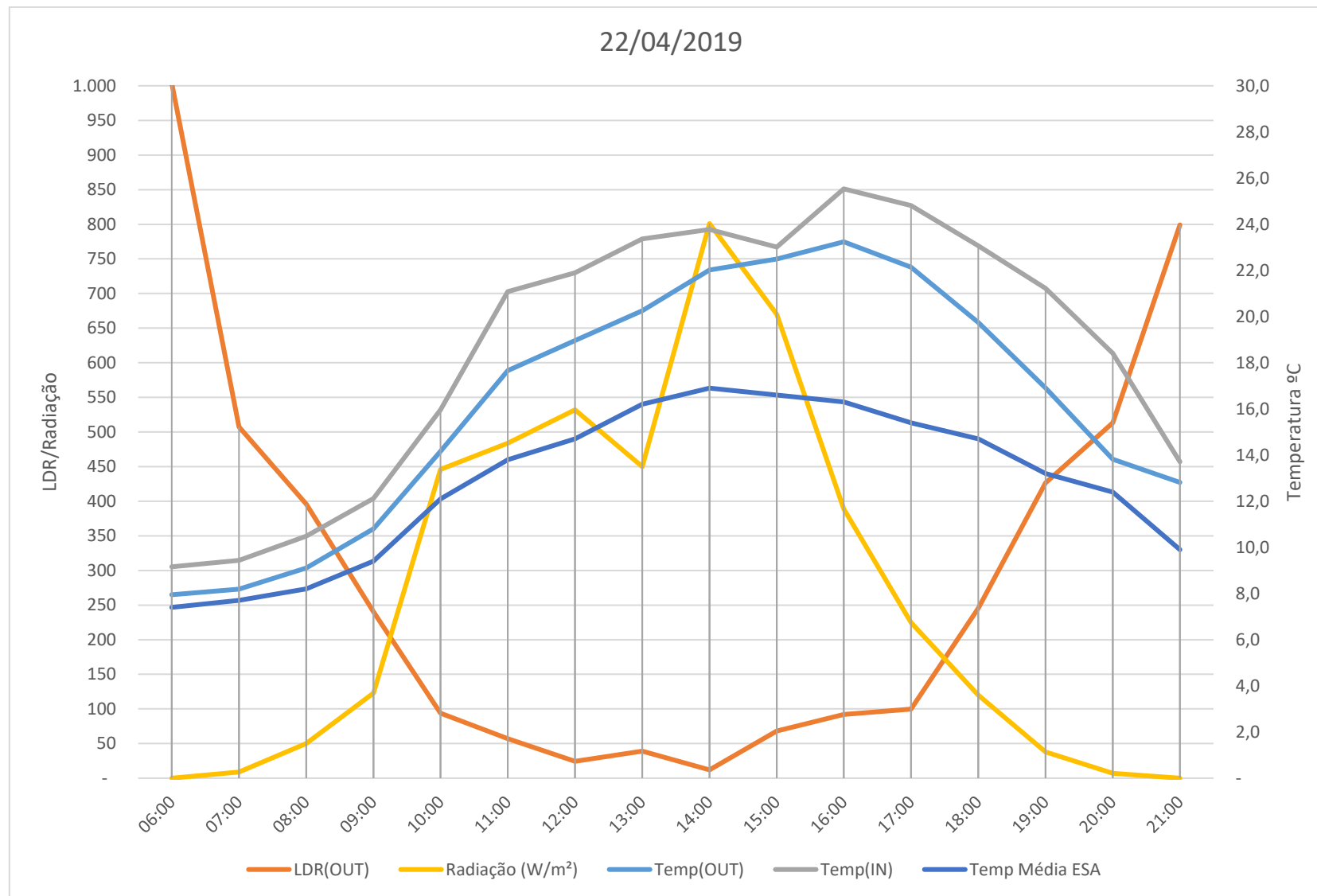
Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
20/04/2019	06:00:00	13,1	985	14,1	20/04/2019	06:00	11,40	11,4	10,9	0	
20/04/2019	07:00:00	12,4	367	14,3	20/04/2019	07:00	10,80	12,1	10,8	15	
20/04/2019	08:00:00	14,4	110	16,5	20/04/2019	08:00	12,50	12,5	10,8	71	
20/04/2019	09:00:00	18,3	26	21,0	20/04/2019	09:00	15,90	15,9	12,5	311	
20/04/2019	10:00:00	19,8	13	22,7	20/04/2019	10:00	17,20	17,2	16	489	
20/04/2019	11:00:00	21,6	38	23,0	20/04/2019	11:00	18,80	18,8	17,2	632	
20/04/2019	12:00:00	23,1	29	23,7	20/04/2019	12:00	20,10	20,1	18,8	769	
20/04/2019	13:00:00	24,0	32	26,0	20/04/2019	13:00	20,90	20,9	20,1	832	
20/04/2019	14:00:00	25,1	29	29,0	20/04/2019	14:00	21,80	21,8	20,9	846	
20/04/2019	15:00:00	26,0	18	29,4	20/04/2019	15:00	22,60	22,7	21,8	791	
20/04/2019	16:00:00	26,6	14	31,1	20/04/2019	16:00	23,10	23,1	22,6	692	
20/04/2019	17:00:00	26,3	12	30,8	20/04/2019	17:00	22,90	23,2	22,9	551	
20/04/2019	18:00:00	25,4	7	29,7	20/04/2019	18:00	22,10	23	22,1	368	
20/04/2019	19:00:00	23,2	131	26,0	20/04/2019	19:00	20,20	22,1	20,2	164	
20/04/2019	20:00:00	21,2	374	24,8	20/04/2019	20:00	18,40	20,2	18,4	12	
20/04/2019	21:00:00	19,0	914	22,2	20/04/2019	21:00	16,50	18,4	16,5	0	



Dados Arduino				Interno	Dados ESAB 2019						
Externo				Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
21/04/2019	06:00:00	11,7	910	13,5	21/04/2019	06:00	10,70	10,9	10,3	0	
21/04/2019	07:00:00	11,4	354	13,1	21/04/2019	07:00	10,30	10,7	10,2	14	
21/04/2019	08:00:00	12,8	383	14,7	21/04/2019	08:00	11,50	11,5	10,3	55	
21/04/2019	09:00:00	15,9	17	17,8	21/04/2019	09:00	13,80	13,8	11,6	334	
21/04/2019	10:00:00	18,8	16	21,2	21/04/2019	10:00	16,10	16,1	13,7	516	
21/04/2019	11:00:00	22,8	53	27,2	21/04/2019	11:00	17,80	17,8	16,1	674	
21/04/2019	12:00:00	23,6	73	27,3	21/04/2019	12:00	17,80	18,3	17,8	716	
21/04/2019	13:00:00	22,9	20	26,4	21/04/2019	13:00	17,10	18,3	17,1	326	
21/04/2019	14:00:00	22,0	10	23,8	21/04/2019	14:00	14,40	17,2	14,4	357	
21/04/2019	15:00:00	22,0	18	22,5	21/04/2019	15:00	16,90	16,9	14,4	331	
21/04/2019	16:00:00	25,8	17	28,3	21/04/2019	16:00	17,30	18,4	16,9	520	
21/04/2019	17:00:00	23,4	231	26,2	21/04/2019	17:00	15,20	17,3	14,8	128	
21/04/2019	18:00:00	19,6	348	22,9	21/04/2019	18:00	14,30	15,3	14,3	70	
21/04/2019	19:00:00	17,1	355	21,5	21/04/2019	19:00	14,80	14,9	14,3	67	
21/04/2019	20:00:00	15,5	510	20,6	21/04/2019	20:00	13,00	14,8	13	8	
21/04/2019	21:00:00	13,4	861	14,4	21/04/2019	21:00	11,90	13	11,9	0	

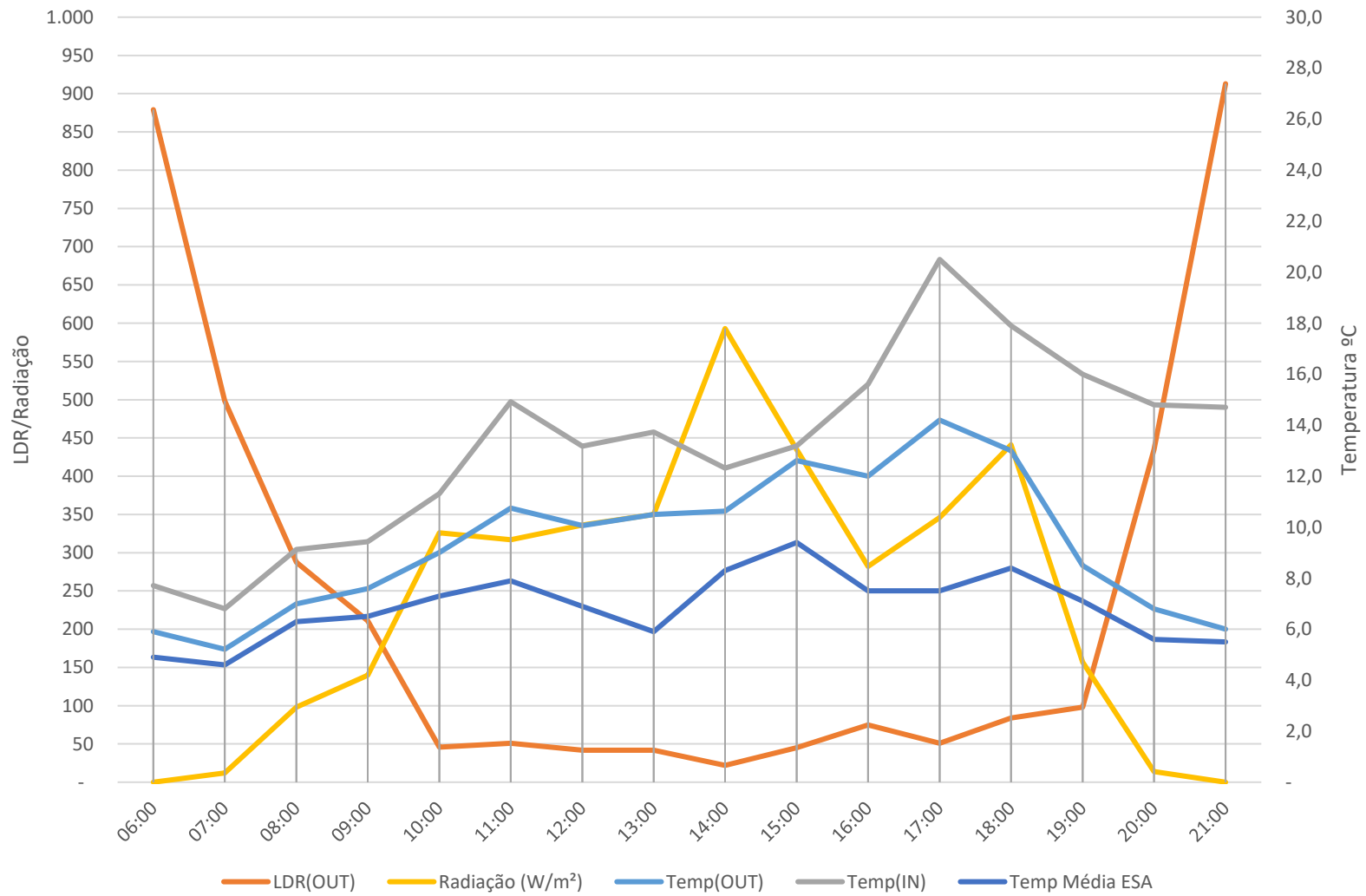


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
22/04/2019	06:00:00	7,9	1.004	9,2	22/04/2019	06:00	7,40	7,4	7,2	0	
22/04/2019	07:00:00	8,2	507	9,4	22/04/2019	07:00	7,70	7,7	7,4	9	
22/04/2019	08:00:00	9,1	396	10,5	22/04/2019	08:00	8,20	8,2	7,7	50	
22/04/2019	09:00:00	10,8	240	12,1	22/04/2019	09:00	9,40	9,4	8,2	123	
22/04/2019	10:00:00	14,2	94	16,0	22/04/2019	10:00	12,10	12,1	9,4	446	
22/04/2019	11:00:00	17,7	57	21,1	22/04/2019	11:00	13,80	13,8	12	484	
22/04/2019	12:00:00	19,0	24	21,9	22/04/2019	12:00	14,70	14,7	13,8	532	
22/04/2019	13:00:00	20,3	39	23,4	22/04/2019	13:00	16,20	16,2	14,6	450	
22/04/2019	14:00:00	22,0	12	23,8	22/04/2019	14:00	16,90	17,2	15,8	801	
22/04/2019	15:00:00	22,5	68	23,0	22/04/2019	15:00	16,60	17,3	16,6	670	
22/04/2019	16:00:00	23,2	92	25,5	22/04/2019	16:00	16,30	16,6	16,2	389	
22/04/2019	17:00:00	22,1	100	24,8	22/04/2019	17:00	15,40	16,4	15,4	225	
22/04/2019	18:00:00	19,7	246	23,1	22/04/2019	18:00	14,70	15,4	14,7	120	
22/04/2019	19:00:00	16,9	426	21,2	22/04/2019	19:00	13,20	14,7	13,2	38	
22/04/2019	20:00:00	13,8	513	18,4	22/04/2019	20:00	12,40	13,2	12,4	7	
22/04/2019	21:00:00	12,8	799	13,7	22/04/2019	21:00	9,90	12,4	9,9	0	

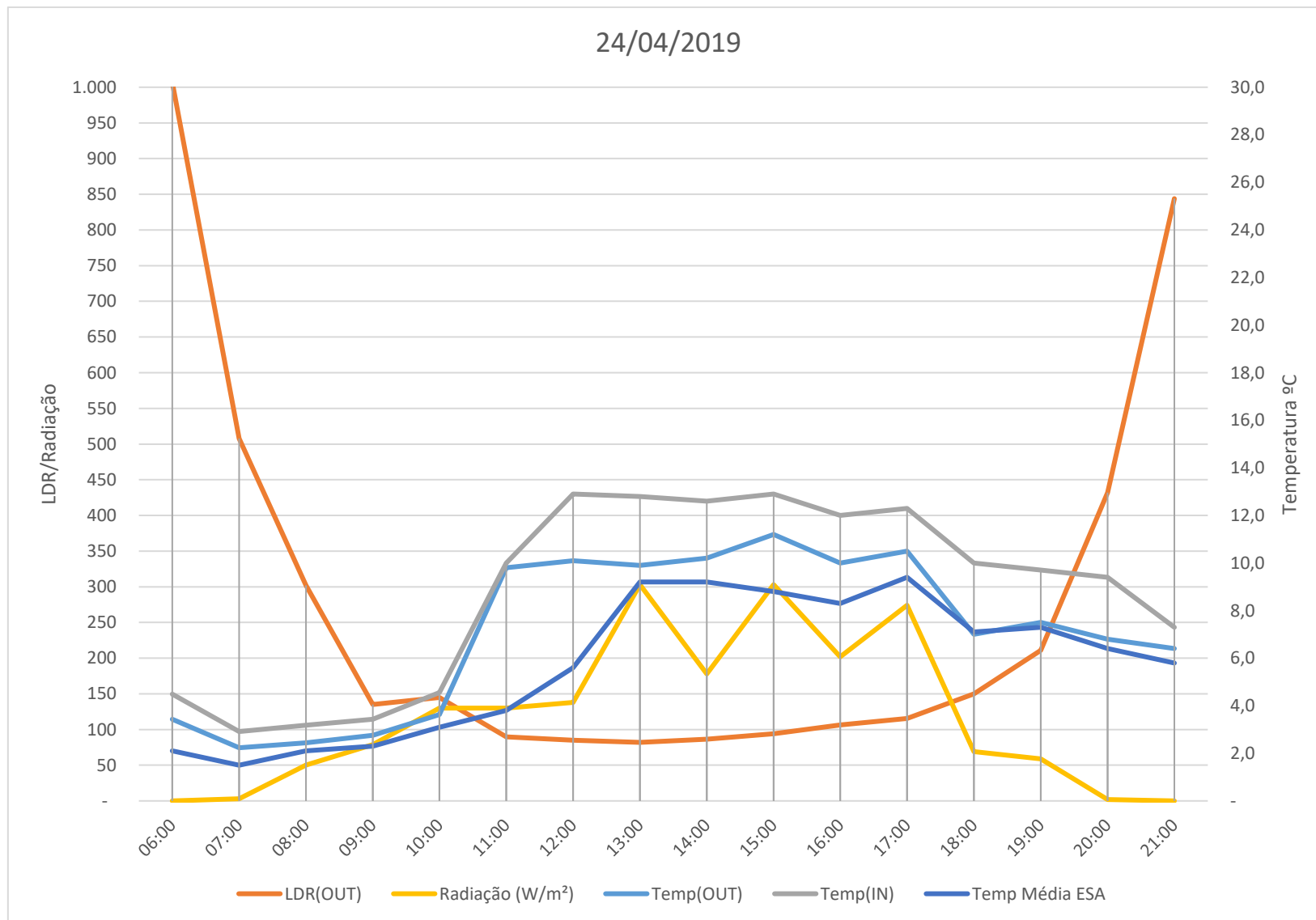


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
23/04/2019	06:00:00	5,9	879	7,7	23/04/2019	06:00	4,90	5,5	4,9	0	
23/04/2019	07:00:00	5,2	499	6,8	23/04/2019	07:00	4,60	4,9	4,4	12	
23/04/2019	08:00:00	7,0	288	9,1	23/04/2019	08:00	6,30	6,3	4,6	98	
23/04/2019	09:00:00	7,6	211	9,4	23/04/2019	09:00	6,50	6,6	6,1	140	
23/04/2019	10:00:00	9,0	46	11,3	23/04/2019	10:00	7,30	7,7	6,5	326	
23/04/2019	11:00:00	10,8	51	14,9	23/04/2019	11:00	7,90	8,4	7,3	317	
23/04/2019	12:00:00	10,1	42	13,2	23/04/2019	12:00	6,90	7,8	5,8	336	
23/04/2019	13:00:00	10,5	42	13,7	23/04/2019	13:00	5,90	8,4	5,8	350	
23/04/2019	14:00:00	10,6	22	12,3	23/04/2019	14:00	8,30	8,3	5,8	593	
23/04/2019	15:00:00	12,6	45	13,2	23/04/2019	15:00	9,40	9,7	8,3	435	
23/04/2019	16:00:00	12,0	75	15,6	23/04/2019	16:00	7,50	9,5	7,5	282	
23/04/2019	17:00:00	14,2	51	20,5	23/04/2019	17:00	7,50	8,2	6,3	346	
23/04/2019	18:00:00	13,0	84	17,9	23/04/2019	18:00	8,40	8,9	7,5	441	
23/04/2019	19:00:00	8,5	98	16,0	23/04/2019	19:00	7,10	8,4	6,8	157	
23/04/2019	20:00:00	6,8	435	14,8	23/04/2019	20:00	5,60	7,1	5,6	14	
23/04/2019	21:00:00	6,0	913	14,7	23/04/2019	21:00	5,50	5,7	5,5	0	

23/04/2019

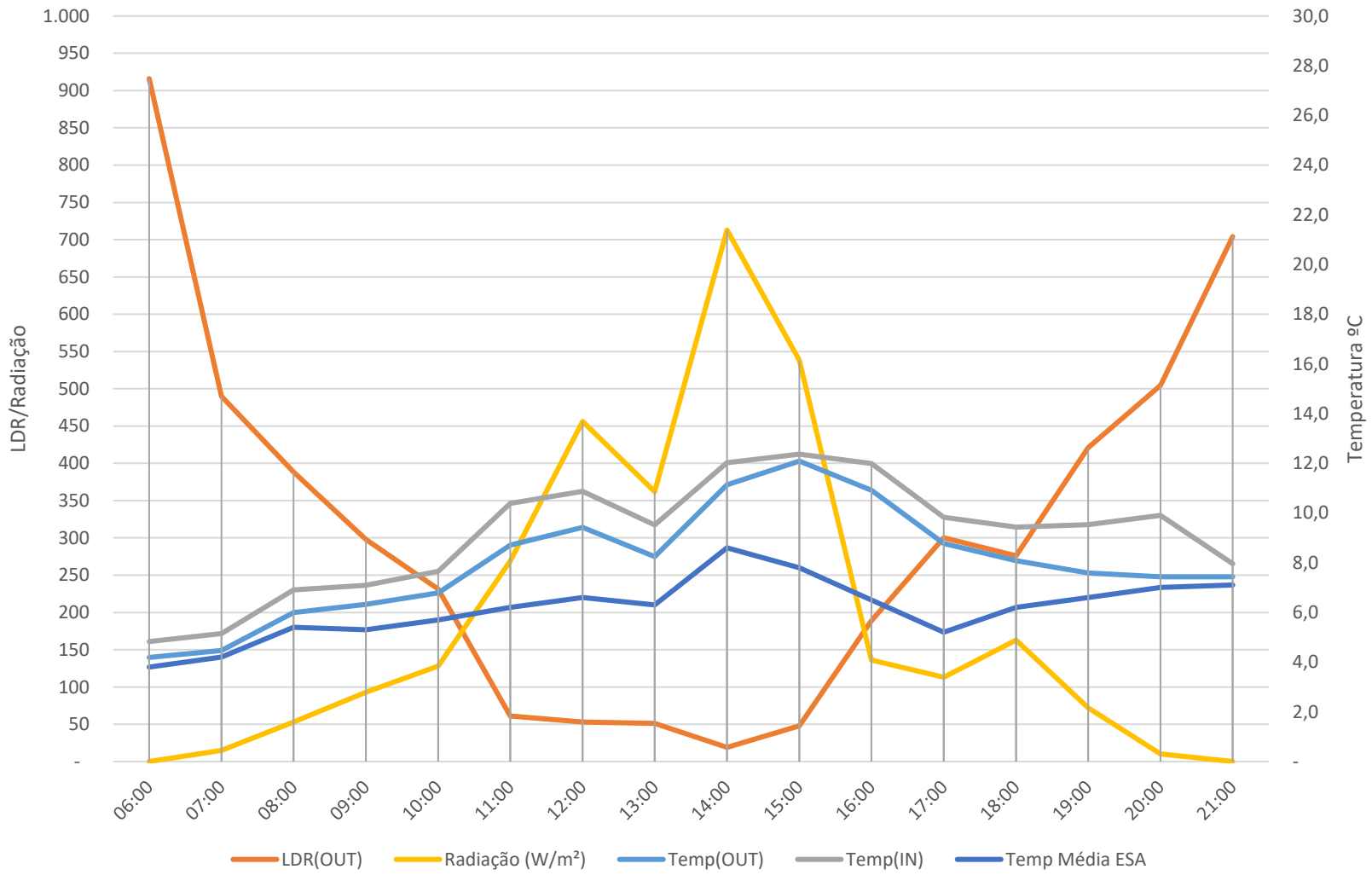


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
24/04/2019	06:00:00	3,4	1.007	4,5	24/04/2019	06:00	2,10	3,2	2,1	0	
24/04/2019	07:00:00	2,2	508	2,9	24/04/2019	07:00	1,50	2,1	1,3	3	
24/04/2019	08:00:00	2,4	302	3,2	24/04/2019	08:00	2,10	2,2	1,4	50	
24/04/2019	09:00:00	2,8	135	3,4	24/04/2019	09:00	2,30	2,4	2	79	
24/04/2019	10:00:00	3,6	145	4,6	24/04/2019	10:00	3,10	3,1	2,3	130	
24/04/2019	11:00:00	9,8	90	10,0	24/04/2019	11:00	3,80	3,8	3,1	130	
24/04/2019	12:00:00	10,1	85	12,9	24/04/2019	12:00	5,60	5,6	3,9	138	
24/04/2019	13:00:00	9,9	82	12,8	24/04/2019	13:00	9,20	9,2	5,6	303	
24/04/2019	14:00:00	10,2	87	12,6	24/04/2019	14:00	9,20	10	9	178	
24/04/2019	15:00:00	11,2	94	12,9	24/04/2019	15:00	8,80	9,7	8,8	303	
24/04/2019	16:00:00	10,0	106	12,0	24/04/2019	16:00	8,30	8,8	8,2	202	
24/04/2019	17:00:00	10,5	115	12,3	24/04/2019	17:00	9,40	9,7	8,3	274	
24/04/2019	18:00:00	7,0	150	10,0	24/04/2019	18:00	7,10	9,4	7,1	69	
24/04/2019	19:00:00	7,5	211	9,7	24/04/2019	19:00	7,30	7,4	7,1	59	
24/04/2019	20:00:00	6,8	432	9,4	24/04/2019	20:00	6,40	7,4	6,4	2	
24/04/2019	21:00:00	6,4	844	7,3	24/04/2019	21:00	5,80	6,4	5,8	0	



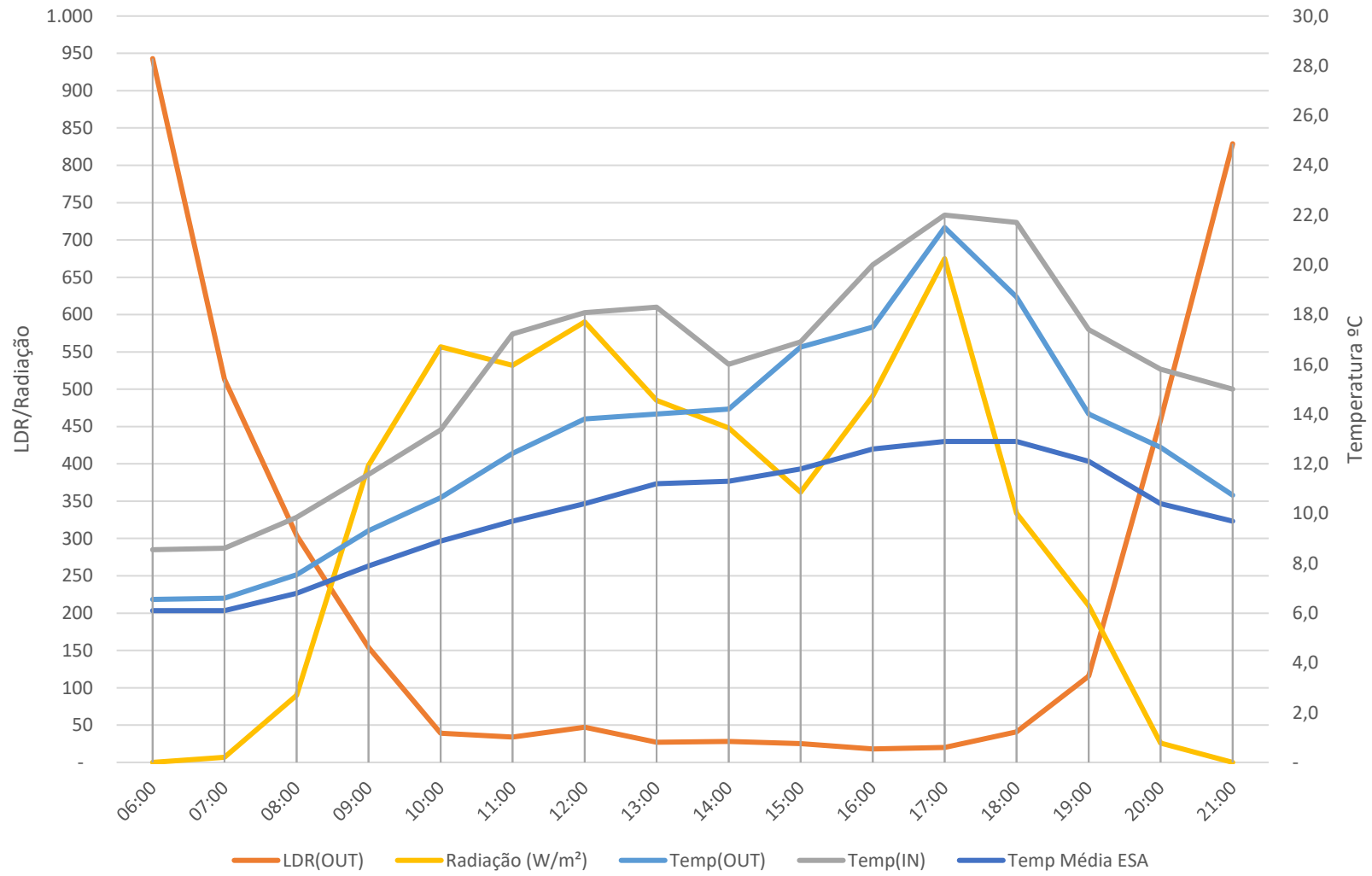
Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
25/04/2019	06:00:00	4,2	916	4,8	25/04/2019	06:00	3,80	3,9	2,9	0	
25/04/2019	07:00:00	4,5	490	5,1	25/04/2019	07:00	4,20	4,2	3,8	15	
25/04/2019	08:00:00	6,0	388	6,9	25/04/2019	08:00	5,40	5,4	4,1	53	
25/04/2019	09:00:00	6,3	298	7,1	25/04/2019	09:00	5,30	5,5	5,3	93	
25/04/2019	10:00:00	6,8	231	7,7	25/04/2019	10:00	5,70	5,8	5,3	128	
25/04/2019	11:00:00	8,7	61	10,4	25/04/2019	11:00	6,20	6,8	5,7	269	
25/04/2019	12:00:00	9,4	53	10,9	25/04/2019	12:00	6,60	7,3	6,1	456	
25/04/2019	13:00:00	8,3	51	9,5	25/04/2019	13:00	6,30	6,6	5,8	362	
25/04/2019	14:00:00	11,1	19	12,0	25/04/2019	14:00	8,60	8,7	6,3	713	
25/04/2019	15:00:00	12,1	48	12,4	25/04/2019	15:00	7,80	9,3	7,7	538	
25/04/2019	16:00:00	10,9	189	12,0	25/04/2019	16:00	6,50	7,8	6,5	136	
25/04/2019	17:00:00	8,8	300	9,8	25/04/2019	17:00	5,20	6,5	5,2	113	
25/04/2019	18:00:00	8,1	276	9,4	25/04/2019	18:00	6,20	6,3	5,2	163	
25/04/2019	19:00:00	7,6	421	9,5	25/04/2019	19:00	6,60	6,6	6,1	72	
25/04/2019	20:00:00	7,4	504	9,9	25/04/2019	20:00	7,00	7,1	6,5	10	
25/04/2019	21:00:00	7,4	704	8,0	25/04/2019	21:00	7,10	7,2	6,9	0	

25/04/2019

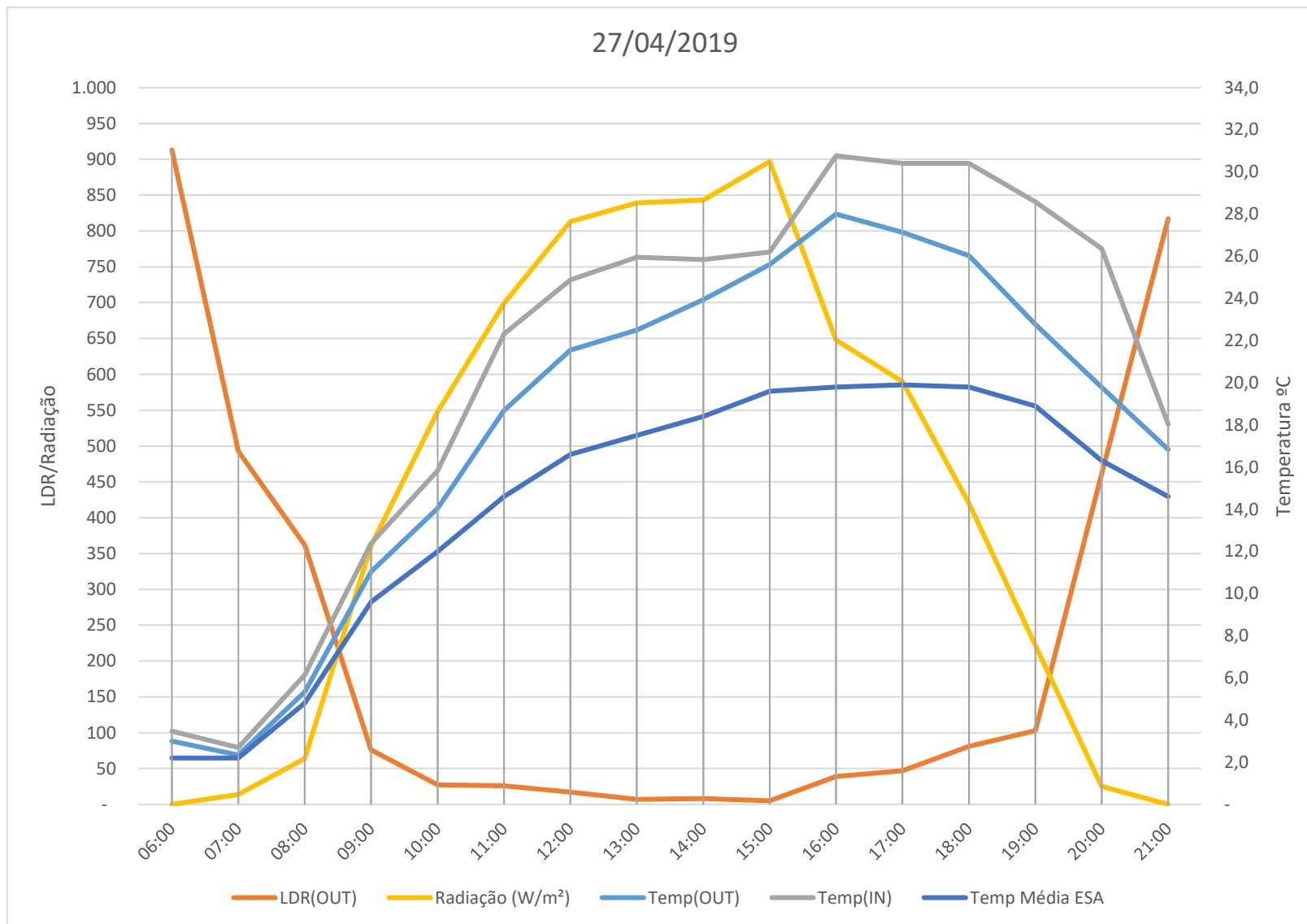


Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
26/04/2019	06:00:00	6,6	943	8,5	26/04/2019	06:00	6,10	6,1	5,7	0	
26/04/2019	07:00:00	6,6	513	8,6	26/04/2019	07:00	6,10	6,2	6,1	7	
26/04/2019	08:00:00	7,5	304	9,8	26/04/2019	08:00	6,80	6,8	6,1	90	
26/04/2019	09:00:00	9,3	154	11,6	26/04/2019	09:00	7,90	8,1	6,8	398	
26/04/2019	10:00:00	10,6	39	13,4	26/04/2019	10:00	8,90	9,1	7,9	557	
26/04/2019	11:00:00	12,4	34	17,2	26/04/2019	11:00	9,70	9,7	8,8	532	
26/04/2019	12:00:00	13,8	47	18,1	26/04/2019	12:00	10,40	10,7	9,2	590	
26/04/2019	13:00:00	14,0	27	18,3	26/04/2019	13:00	11,20	11,2	10,2	485	
26/04/2019	14:00:00	14,2	28	16,0	26/04/2019	14:00	11,30	11,9	11,2	448	
26/04/2019	15:00:00	16,7	25	16,9	26/04/2019	15:00	11,80	12,1	11,3	362	
26/04/2019	16:00:00	17,5	18	20,0	26/04/2019	16:00	12,60	12,8	11,7	491	
26/04/2019	17:00:00	21,5	20	22,0	26/04/2019	17:00	12,90	13,1	12,3	675	
26/04/2019	18:00:00	18,7	41	21,7	26/04/2019	18:00	12,90	13,3	12,3	334	
26/04/2019	19:00:00	14,0	116	17,4	26/04/2019	19:00	12,10	13	12,1	210	
26/04/2019	20:00:00	12,7	459	15,8	26/04/2019	20:00	10,40	12,1	10,4	26	
26/04/2019	21:00:00	10,7	829	15,0	26/04/2019	21:00	9,70	10,4	9,6	0	

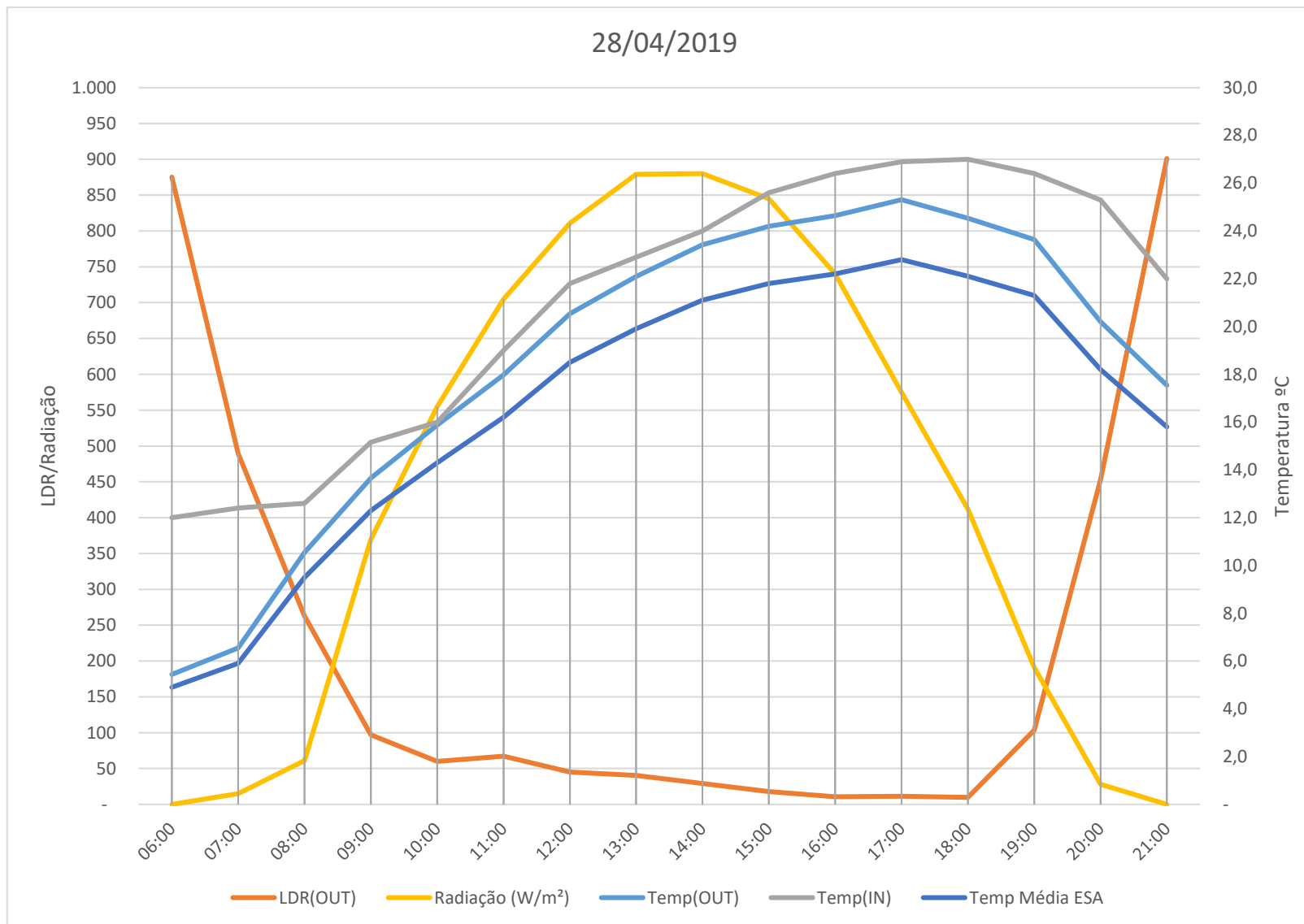
26/04/2019



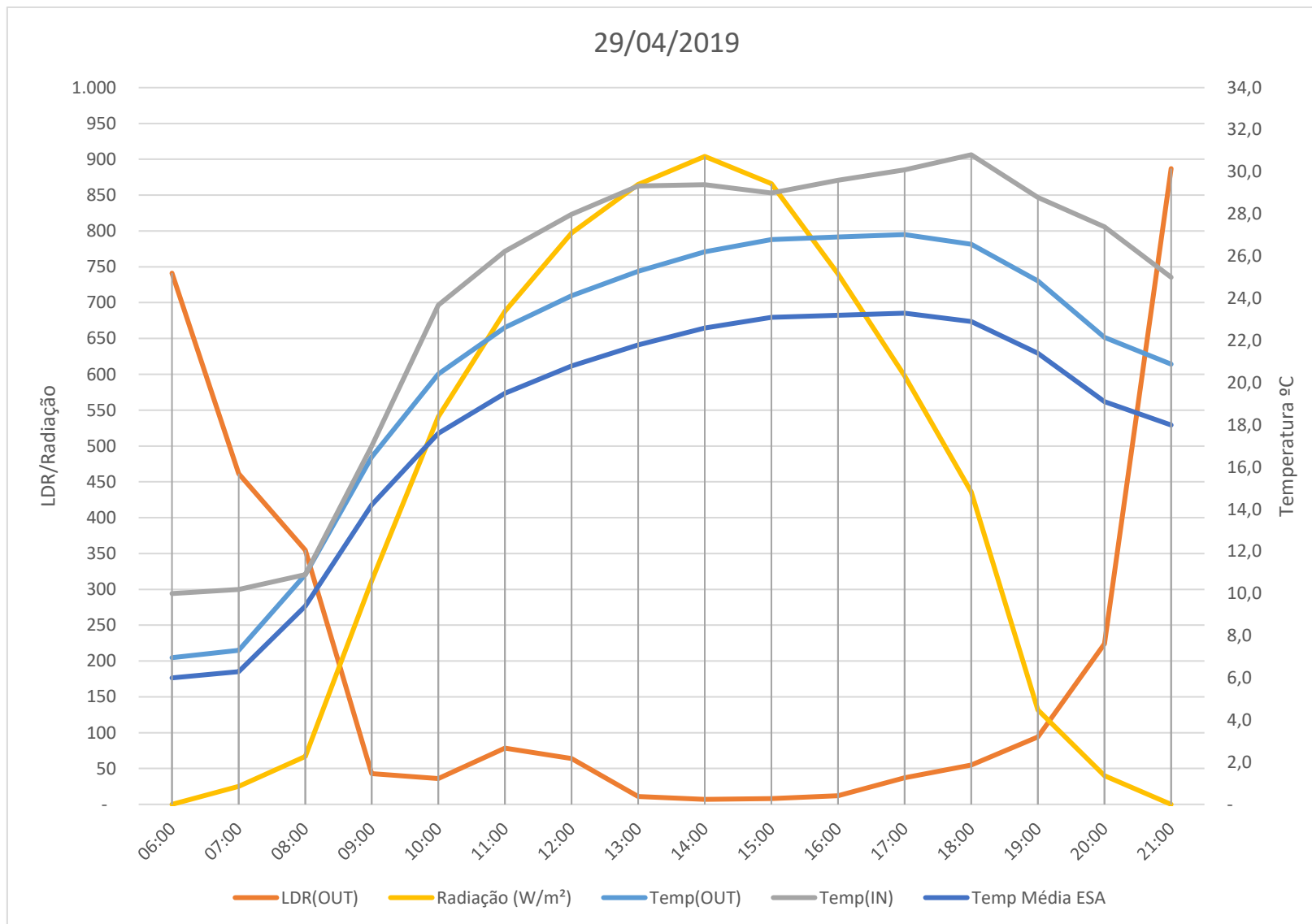
Dados Arduino				Interno	Dados ESAB 2019							
Externo				Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)		
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)		
27/04/2019	06:00:00	3,0	913	3,5	27/04/2019	06:00	2,20	2,8	2,1	0		
27/04/2019	07:00:00	2,3	493	2,7	27/04/2019	07:00	2,20	2,2	1,7	14		
27/04/2019	08:00:00	5,3	362	6,1	27/04/2019	08:00	4,80	4,8	2,3	64		
27/04/2019	09:00:00	11,0	76	12,4	27/04/2019	09:00	9,60	9,6	4,8	361		
27/04/2019	10:00:00	14,0	27	15,8	27/04/2019	10:00	12,00	12	9,6	548		
27/04/2019	11:00:00	18,7	26	22,3	27/04/2019	11:00	14,60	14,6	12	699		
27/04/2019	12:00:00	21,5	17	24,9	27/04/2019	12:00	16,60	16,7	14,6	813		
27/04/2019	13:00:00	22,5	7	26,0	27/04/2019	13:00	17,50	18	16,6	839		
27/04/2019	14:00:00	23,9	8	25,8	27/04/2019	14:00	18,40	18,7	17,1	843		
27/04/2019	15:00:00	25,6	5	26,2	27/04/2019	15:00	19,60	19,7	18,4	897		
27/04/2019	16:00:00	28,0	39	30,8	27/04/2019	16:00	19,80	20	18,6	648		
27/04/2019	17:00:00	27,1	47	30,4	27/04/2019	17:00	19,90	20,1	19,7	590		
27/04/2019	18:00:00	26,0	81	30,4	27/04/2019	18:00	19,80	20,3	19,7	420		
27/04/2019	19:00:00	22,8	103	28,6	27/04/2019	19:00	18,90	19,8	18,9	222		
27/04/2019	20:00:00	19,8	462	26,4	27/04/2019	20:00	16,30	18,9	16,3	25		
27/04/2019	21:00:00	16,8	817	18,0	27/04/2019	21:00	14,60	16,3	14,6	0		



Dados Arduino				Interno	Dados ESAB 2019							
Externo				Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)		
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)		
28/04/2019	06:00:00	5,4	875	12,0	28/04/2019	06:00	4,90	5,4	4,9	0		
28/04/2019	07:00:00	6,5	490	12,4	28/04/2019	07:00	5,90	6	4,8	15		
28/04/2019	08:00:00	10,5	263	12,6	28/04/2019	08:00	9,50	9,5	5,9	61		
28/04/2019	09:00:00	13,7	97	15,2	28/04/2019	09:00	12,30	12,3	9,5	370		
28/04/2019	10:00:00	15,9	60	16,0	28/04/2019	10:00	14,30	14,3	12,3	555		
28/04/2019	11:00:00	18,0	67	19,0	28/04/2019	11:00	16,20	16,2	14,3	705		
28/04/2019	12:00:00	20,5	45	21,8	28/04/2019	12:00	18,50	18,6	16,2	811		
28/04/2019	13:00:00	22,1	41	22,9	28/04/2019	13:00	19,90	19,9	18,4	879		
28/04/2019	14:00:00	23,4	29	24,0	28/04/2019	14:00	21,10	21,1	19,9	880		
28/04/2019	15:00:00	24,2	18	25,6	28/04/2019	15:00	21,80	21,9	20,9	845		
28/04/2019	16:00:00	24,6	11	26,4	28/04/2019	16:00	22,20	22,3	21,7	740		
28/04/2019	17:00:00	25,3	11	26,9	28/04/2019	17:00	22,80	22,9	22,1	575		
28/04/2019	18:00:00	24,5	10	27,0	28/04/2019	18:00	22,10	23,1	22,1	412		
28/04/2019	19:00:00	23,6	103	26,4	28/04/2019	19:00	21,30	22,1	21,3	191		
28/04/2019	20:00:00	20,2	453	25,3	28/04/2019	20:00	18,20	21,4	18,2	28		
28/04/2019	21:00:00	17,5	901	22,0	28/04/2019	21:00	15,80	18,2	15,8	0		



Dados Arduino											
Externo				Interno	Dados ESAB 2019						
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)	
29/04/2019	06:00:00	7,0	741	10,0	29/04/2019	06:00	6,00	6,5	6	0	
29/04/2019	07:00:00	7,3	462	10,2	29/04/2019	07:00	6,30	6,3	5,7	25	
29/04/2019	08:00:00	10,9	355	10,9	29/04/2019	08:00	9,40	9,4	6,3	67	
29/04/2019	09:00:00	16,5	43	17,0	29/04/2019	09:00	14,20	14,2	9,4	312	
29/04/2019	10:00:00	20,4	36	23,7	29/04/2019	10:00	17,60	17,6	14,2	541	
29/04/2019	11:00:00	22,6	79	26,2	29/04/2019	11:00	19,50	19,7	17,5	688	
29/04/2019	12:00:00	24,1	64	28,0	29/04/2019	12:00	20,80	20,8	19,4	797	
29/04/2019	13:00:00	25,3	11	29,3	29/04/2019	13:00	21,80	21,9	20,8	865	
29/04/2019	14:00:00	26,2	7	29,4	29/04/2019	14:00	22,60	22,7	21,8	904	
29/04/2019	15:00:00	26,8	8	29,0	29/04/2019	15:00	23,10	23,4	22,6	866	
29/04/2019	16:00:00	26,9	12	29,6	29/04/2019	16:00	23,20	23,3	22,9	740	
29/04/2019	17:00:00	27,0	37	30,1	29/04/2019	17:00	23,30	24,1	23,2	598	
29/04/2019	18:00:00	26,6	55	30,8	29/04/2019	18:00	22,90	23,7	22,9	436	
29/04/2019	19:00:00	24,8	94	28,8	29/04/2019	19:00	21,40	23,1	21,2	132	
29/04/2019	20:00:00	22,2	224	27,4	29/04/2019	20:00	19,10	21,5	19,1	40	
29/04/2019	21:00:00	20,9	887	25,0	29/04/2019	21:00	18,00	19,1	18	0	



Dados Arduino				Interno	Dados ESAB 2019							
Externo				Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)		
Date	Time	Temp(OUT)	LDR(OUT)	Temp(IN)	Date	Time	Temp Média ESA	Temp	Temp	Radiação (W/m ²)		
30/04/2019	06:00:00	8,6	900	10,0	30/04/2019	06:00	7,60	8	7,5	0		
30/04/2019	07:00:00	9,0	484	10,4	30/04/2019	07:00	7,70	7,7	7,1	17		
30/04/2019	08:00:00	11,9	246	13,7	30/04/2019	08:00	11,00	11	7,7	64		
30/04/2019	09:00:00	17,4	45	19,6	30/04/2019	09:00	15,60	15,6	11	382		
30/04/2019	10:00:00	20,8	27	23,5	30/04/2019	10:00	18,30	18,3	15,6	548		
30/04/2019	11:00:00	25,6	23	30,6	30/04/2019	11:00	20,50	20,6	18,3	703		
30/04/2019	12:00:00	27,6	21	31,9	30/04/2019	12:00	22,00	22	20,4	799		
30/04/2019	13:00:00	27,0	11	31,1	30/04/2019	13:00	---	22,2	21,6	869		
30/04/2019	14:00:00	28,0	12	31,4	30/04/2019	14:00	---	---	---	---		
30/04/2019	15:00:00	30,5	14	31,2	30/04/2019	15:00	23,40	24,1	23,4	848		
30/04/2019	16:00:00	32,1	26	35,3	30/04/2019	16:00	23,60	23,6	23,1	697		
30/04/2019	17:00:00	31,5	30	35,3	30/04/2019	17:00	23,60	24	23,3	598		
30/04/2019	18:00:00	29,7	49	34,7	30/04/2019	18:00	23,00	23,8	23	411		
30/04/2019	19:00:00	25,8	114	32,4	30/04/2019	19:00	22,10	23,1	22,1	211		
30/04/2019	20:00:00	22,4	426	29,8	30/04/2019	20:00	19,40	22	19,4	38		
30/04/2019	21:00:00	19,5	865	20,9	30/04/2019	21:00	17,50	19,4	17,4	0		

