



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
 Reitoria
 Pró-reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação
 Coordenadoria de Inovação
 Núcleo de Inovação Tecnológica
 Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Buriitis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG
 - www.ifmg.edu.br

PLANO DE TRABALHO

1 – IFMG (Concedente)

Entidade Concedente		CNPJ	
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais		10.626.896/0001-72	
Endereço			
Av. Professor Mário Werneck, 2590, Buriitis			
Cidade	U.F.	C.E.P.	
Belo Horizonte	MG	30.575-180	
DDD/Telefone		Esfera Administrativa	
(31) 2513.5225		Pública	
Responsável Institucional		C.P.F	
Kléber Gonçalves Glória		551.507.726-15	
C.I./Órgão Expedidor	Cargo	Função	
MG 3.698.675	Professor	Reitor	
E-mail		Telefone	
nit@ifmg.edu.br		(31) 2513.5225	

1.1 DO COORDENADOR DO PROJETO E DA EQUIPE GESTORA

1.1.1 Coordenador do Projeto pelo IFMG

Nome: Leandro Freitas de Abreu	
Telefone: 31 991 361 786	E-mail: leandro.freitas@ifmg.edu.br
CPF: 065.107.676-51	RG: MG 9 236 500
Área/Departamento de Atuação: Departamento de Automação Industrial e Tecnologia da Informação	
Ocupação: Docente	Tipo de bolsa: DTI-C

1.1.2 Equipe Gestora

Nome: Colaborador externo

Telefone:	E-mail:
CPF:	RG:
Área/Departamento de Atuação: Profissional de nível superior com experiência no desenvolvimento de protótipos de sensores com comunicação sem fio	
Ocupação:	Tipo de bolsa: DTI-C

Nome: aluno bolsista graduação
Ocupação: Bolsista Graduando em Engenharia de Controle e Automação
Tipo de Bolsa: ITI-A

Nome: aluno bolsista técnico integrado
Ocupação: Bolsista Técnico Integrado em Automação Industrial
Tipo de Bolsa: ITI-B

2 - DADOS CADASTRAIS DA CONVENENTE (Empresa parceira)

Entidade Convenente		CNPJ
Neocontrol Soluções em Automação S.A.		07.048.760/0001-18
Endereço		
Rua Santa Fé, 100, 3º andar - Sion		
Cidade	U.F.	C.E.P.
Belo Horizonte	MG	30320-130
DDD/Telefone		Esfera Administrativa
(31) 3227-3015		Privado com fins lucrativos
Nome do Responsável		C.P.F
Gabriel Peixoto Guimarães Ubirajara e Silva		042.672.626-08
C.I./Órgão Expedidor	Cargo	Função
MG-10.553.029/SSP-MG	Diretor Presidente	Presidente
E-mail		Telefone
pesquisa@neocontrol.com.br ; gabriel@neocontrol.com.br		(31) 3227-3015

3 - OUTROS PARTICIPES - INTERVENIENTE (fundação de apoio)

Órgão/Entidade Proponente		CNPJ
Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (FACTO)		03.832.178/0001-97
Endereço		
Rua Wlademiro da Silveira, 75 – bairro Jucutuquara		
Cidade	U.F.	C.E.P.
Vitória	E.S	29.040-830
DDD/Telefone		Esfera Administrativa
(27) 3323-4170		Privada
Nome do Responsável		C.P.F.
Klinger Ceccon Capriolli		031.125.797-63
C.I./Órgão Expedidor	Cargo	Função
1074769 SSP ES	Diretor Presidente	Presidente
E-mail		Telefone
Klinger@facto.org.br		(27) 3323-4170

4 - DESCRIÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto: Desenvolvimento de sensor de intensidade luminosa com autonomia energética para aplicação em IoT	Período de Execução	
	24 meses	
Justificativa da Proposição: A iluminação é um dos fatores essenciais na promoção do conforto no ambiente residencial, em termos de intensidade luminosa e conteúdo espectral. A dimerização de LEDs é peça fundamental para promoção desse conforto além de proporcionar maior economia de energia e possibilitar o controle de um sistema inteligente de iluminação. A aplicação de sistemas dimerizáveis ocorre por meio de valores configurados previamente (<i>presets</i>), de acordo com a cena desejada. Contudo, a iluminação do ambiente sofre influências externas, da luz natural, de acordo com a hora do dia, estação do ano, clima, outros ambientes, entre outros. Para um melhor controle do sistema inteligente de iluminação, faz-se necessário a medição de luminosidade do ambiente. A medição dessa grandeza no ambiente permite melhor integração do sistema de automação residencial, expandindo as aplicações em IoT (<i>Internet of Things</i> , internet das coisas). A Figura 1 mostra um exemplo ilustrativo de aplicação de um sensor de luminosidade em	Início	Término
	À partir da data de publicação no DOU	24 meses após a data de publicação no DOU

um projeto de iluminação inteligente em que o sensor de luminosidade envia dados a um *gateway IoT* (fora do escopo do projeto) que faz o controle do LED RGB dimerizável (fora do escopo do projeto).

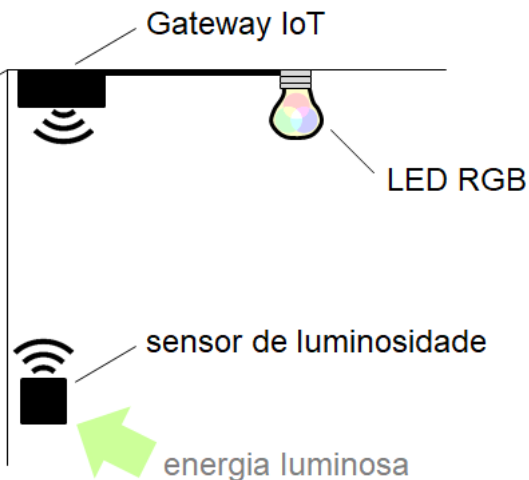


Figura 1 - Exemplo de aplicação do sensor de luminosidade para iluminação inteligente no ambiente residencial.

O desenvolvimento do sensor de luminosidade como exemplificado na Figura 1 está em consonância com o estudo liderado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), intitulado “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil”. Segundo o Relatório do Plano de Ações do estudo [1], a visão articulada para o cenário brasileiro é:

“Acelerar a implantação da Internet das Coisas como instrumento de desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira, capaz de aumentar a competitividade da economia, fortalecer as cadeias produtivas nacionais, e promover a melhoria da qualidade de vida.” [1]

Para além do ambiente residencial, a iluminação inteligente também pode propiciar economia de energia para as chamadas Cidades Inteligentes. Segundo a Cartilha das Cidades [2], através da implementação de dispositivos de monitoramento da intensidade luminosa, a cidade de Nice, na França, espera reduzir os valores gastos com energia elétrica em por volta de 8 milhões de dólares.

O sensor de luminosidade a ser desenvolvido deve possuir comunicação sem fio para melhor adequação do ponto de medição e propiciar maior versatilidade na aplicação. No entanto, a maioria dos dispositivos de comunicação sem fio possui o inconveniente da necessidade de periódica reposição de pilhas ou baterias. Como alternativa à reposição de pilhas e baterias, a tecnologia *energy harvesting* (colheita de energia) permite a coleta de energia disponível no próprio ambiente para uso do dispositivo. Trabalhos anteriores [3][4][5], mostram que o tipo de energia mais eficaz para esse tipo de ambiente é a captação de energia luminosa.

O presente projeto propõe o desenvolvimento de um sensor de luminosidade sem fio autossustentável energeticamente, capaz de coletar energia do próprio meio para seu consumo, reforçando a sustentabilidade do sistema de automação residencial. Integrado à internet das coisas, o dispositivo permitirá o controle inteligente de iluminação, com sustentabilidade ambiental (não necessita reposição de baterias) e economia de energia de iluminação (permite controle fino da dimerização da iluminação).

Esse tipo de produto tem forte impacto no diferencial competitivo da empresa parceira, já que o controle de sistemas de iluminação é o serviço mais requisitado entre os clientes, conforme mostra pesquisa da Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (AURESIDE), de fevereiro de 2017, disponível em http://www.aureside.org.br/pdf/pesquisa_2017.pdf. O controle fino da iluminação amplia as capacidades do sistema de automação residencial.

[1] Documento “8A Relatório do Plano de Ação” parte do estudo “Internet das coisas: um plano de ação para o Brasil”. Versão 1.1, Novembro, 2017. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil> (acesso em 14/09/2018).

[2] Documento “13 Cartilha de Cidades” parte do estudo “Internet das coisas: um plano de ação para o Brasil”. Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil> (acesso em 14/09/2018).

[3] Relatório Técnico Final do projeto “Sensores autônomos com comunicação sem fio para automação residencial”, aprovado na Chamada CNPq-SETEC/MEC N° 17/2014 – Linha 1: PD&I, processo nº468008/2014-4, realizado com apoio da empresa parceira Neocontrol.

[4] Alves, C.O. ; Sousa, P.V.S. ; Lima, R.M.D. ; Santos, S.M.A. ; Queiroz, W.S. ; SANTOS, M. M. ; ALMEIDA, V. D. ; Leandro Freitas . Estudo de autonomia de sensores autônomos com comunicação sem fio. In: V Seminário de iniciação Científica do IFMG, 2016, Bambuí. V Seminário de iniciação Científica do IFMG, 2016.

[5] Vídeo com resultados parciais do projeto “Sensores autônomos com comunicação sem fio para automação residencial”, aprovado na Chamada CNPq-SETEC/MEC Nº 17/2014 – Linha 1: PD&I, processo nº468008/2014-4, link: <https://youtu.be/17VbWksRf84>.

Descrição Completa do Objeto

Nesse projeto será desenvolvido um sensor de intensidade luminosa com comunicação sem fio, energeticamente autônomo, para aplicação em IoT no ambiente residencial e predial.

O sensor de intensidade luminosa tem os componentes internos conforme mostrado na Figura 2. O *transdutor de energia* consiste em uma placa fotovoltaica para captação da energia solar/luminosa do ambiente. A energia captada é condicionada no *conversor DC-DC*, que gerencia o *armazenamento de energia* e também distribuição da alimentação do sistema para outros componentes. O *microcontrolador* tem a função de receber informações do *sensor de luminosidade* e enviar a informação ao gateway IoT pelo *transceptor*.

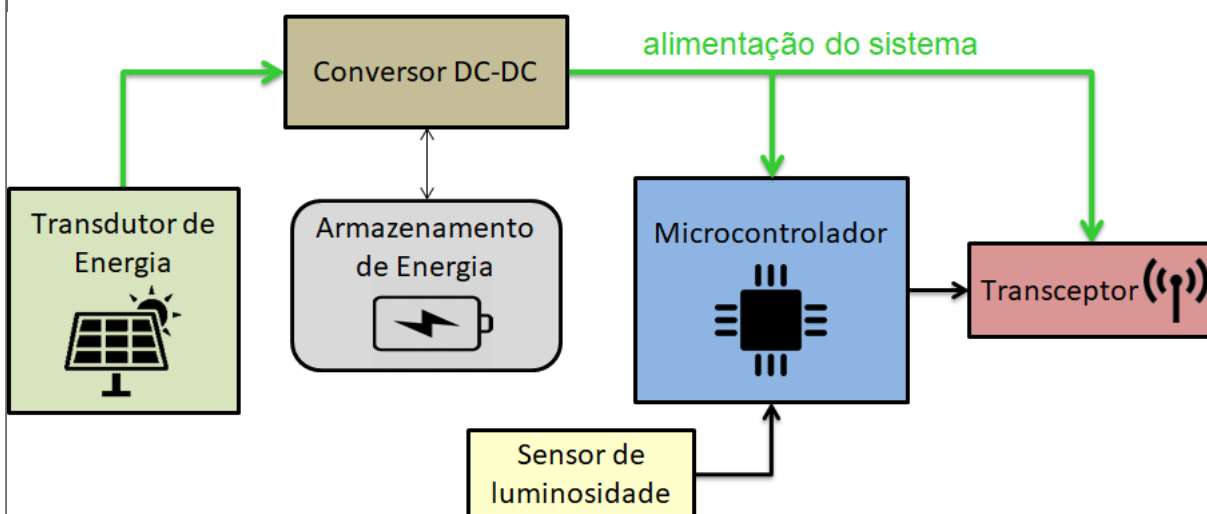


Figura 2 - Diagrama de blocos representando os componentes internos do sensor de intensidade luminosa.

O desenvolvimento do sensor será orientado por trabalhos desenvolvidos na área de *energy harvesting* (e.g., [6], [7], [8]) e pela experiência da empresa parceira no desenvolvimento de dispositivos para o ambiente residencial. Para isso, os componentes internos serão distinguidos em duas partes: um *módulo de produção de energia* e o *módulo de comunicação sem fio*. Cada um desses módulos são ilustrados nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

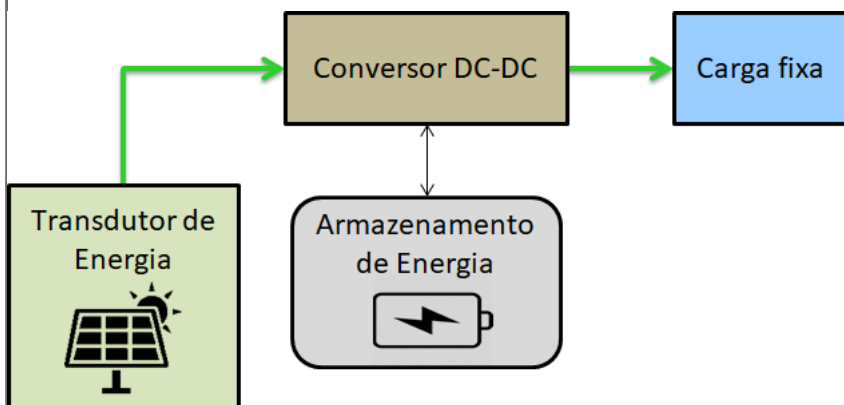


Figura 3 - Módulo de produção de energia do dispositivo.

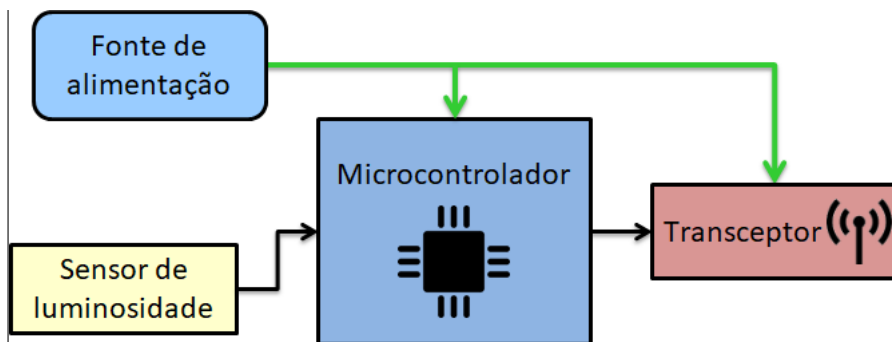


Figura 4 - Módulo de produção de comunicação sem fio.

Os testes dessas duas partes do dispositivo simplificará a análise de cada parte, para depois ser realizada a composição do produto final. Os seguintes passos serão realizados:

1. Especificação e compra dos componentes eletrônicos
2. Projeto e montagem do módulo de produção de energia
3. Projeto e montagem do módulo de comunicação sem fio
4. Programação do microcontrolador
5. Estudo e teste do módulo de produção de energia
6. Estudo e teste do módulo de comunicação sem fio
7. Projeto do produto final considerando todos os componentes, de produção e comunicação sem fio
8. Design e impressão 3D da carcaça do produto

No passo 1, os componentes serão especificados de acordo com a viabilidade comercial (preço) e eficiência energética. No passo 2, será feito o projeto e a montagem do módulo de produção de energia, que inclui o conversor DC-DC, o armazenador de energia (bateria ou supercapacitor) e o transdutor fotovoltaico. No passo 3, será realizado o projeto e montagem do módulo de comunicação sem fio, que inclui o microcontrolador, o sensor de luminosidade e o transceptor.

No passo 4 será desenvolvida a programação do microcontrolador que fará a leitura do sensor de luminosidade e a transmissão sem fio por meio do transceptor. Será implementada uma programação eficiente, priorizando a economia de energia, em que o sistema permanece em modo *stand-by* exceto nos instantes em que houver necessidade de envio da informação.

No passo 5 o módulo de produção de energia montado será testado e analisado, de forma a obter uma estimativa da produção média de energia de acordo com a iluminação do ambiente. No passo 6, as funcionalidades programadas serão testadas, bem como o consumo de energia da transmissão e medição do sensor. Baseado nos testes dos passos 5 e 6, o projeto do produto final será realizado no passo 7, considerando o consumo e a produção de energia, de modo a obter um dispositivo autônomo energeticamente. O design da carcaça do sensor, considerando o projeto eletrônico, é desenvolvido no passo 8, em que requisitos de integração do ambiente residencial também serão considerados.

[3] Relatório Técnico Final do projeto “Sensores autônomos com comunicação sem fio para automação residencial”, aprovado na Chamada CNPq-SETEC/MEC Nº 17/2014 – Linha 1: PD&I, processo nº468008/2014-4, realizado com apoio da empresa parceira Neocontrol.

[4] Alves, C.O. ; Sousa, P.V.S. ; Lima, R.M.D. ; Santos, S.M.A. ; Queiroz, W.S. ; SANTOS, M. M. ; ALMEIDA, V. D. ; Leandro Freitas . Estudo de autonomia de sensores autônomos com comunicação sem fio. In: V Seminário de iniciação Científica do IFMG, 2016, Bambuí. V Seminário de iniciação Científica do IFMG, 2016.

[5] Vídeo com resultados parciais do projeto “Sensores autônomos com comunicação sem fio para automação residencial”, aprovado na Chamada CNPq-SETEC/MEC Nº 17/2014 – Linha 1: PD&I, processo nº468008/2014-4, link: <https://youtu.be/17VbWksRf84>.

[6] Stefano Vignati. *Solutions for Indoor Light Energy Harvesting. Dissertação de mestrado*. KHT Information and Communication Technology. Estocolmo, Suécia, 2012.

[7] Hua Yu, Qiuqin Yue, Jieli Zhou, and Wei Wang. A Hybrid Indoor Ambient Light and Vibration Energy Harvester for Wireless Sensor Nodes. *Sensors* 2014, 14, 8740-8755.

[8] Texas Instruments. *Energy Harvesting Ambient Light and Environment Sensor Node for Sub-1GHz Networks*. TIDUB22B, maio, 2016.

Descrição das metas a serem atingidas

I Especificação dos componentes eletrônicos e projeto dos módulos

Nessa etapa os componentes serão especificados de acordo com a viabilidade comercial (preço) e eficiência energética. O processo de compra (importação) será iniciado. Com os componentes especificados, é possível iniciar o projeto de placa de circuito impresso (PCB) do módulo de produção de energia, que inclui o conversor DC-DC, o armazenador de energia (bateria ou supercapacitor) e o transdutor fotovoltaico; e do módulo de comunicação sem fio, que inclui o microcontrolador, o sensor de luminosidade e o transceptor.

Resultados dessa etapa:

- lista de material com especificação dos componentes;
- Projeto da placa de circuito impresso do módulo de produção de energia;
- Projeto da placa de circuito impresso do módulo de comunicação sem fio.

II Montagem dos módulos

Nessa etapa será feita a montagem do módulo de produção de energia e do módulo de comunicação sem fio. A placa será fabricada, os componentes serão soldados na placa e as conexões serão aferidas (teste de continuidade).

Resultados dessa etapa:

- Placa de circuito impresso montada do módulo de produção de energia;
- Placa de circuito impresso montada do módulo de comunicação sem fio.

III Programação do microcontrolador e teste do módulo de comunicação sem fio

Nessa etapa será desenvolvida a programação do microcontrolador que fará a leitura do sensor de luminosidade e a transmissão sem fio por meio do transceptor. Serão realizados testes de consumo de energia do módulo de comunicação, em que a programação deve ser otimizada de forma a obter um consumo mínimo do módulo, explorando os modos de operação de baixíssimo consumo do microcontrolador (e.g., *deep sleep*) e do rádio transceptor. Outro dispositivo de comunicação sem fio será programado, simulando o *Gateway IoT*, para receber os dados transmitidos pelo sensor. Com esse dispositivo serão realizados testes de comunicação, considerando alcance da transmissão e o consumo de energia do módulo.

Resultados dessa etapa:

- Programa do microcontrolador em funcionamento
- Dispositivo de comunicação sem fio, simulando o *Gateway IoT*, em funcionamento
- Relatório de testes de consumo do módulo de comunicação sem fio para diferentes distâncias de comunicação

IV Estudo e teste do módulo de produção de energia

Nessa etapa será realizado o estudo do conversor de energia, seus modos de operação, otimização do arranjo de placas fotovoltaicas para geração de energia e possíveis formas de armazenamento. Serão realizados testes de forma a obter uma estimativa da produção média de energia de acordo com a iluminação do ambiente. O desafio dessa etapa é obter um módulo de baixo custo que produza energia suficiente para dar autonomia ao sensor.

Resultados dessa etapa:

- Relatório de testes do módulo de produção de energia com diferentes arranjos de células fotovoltaicas e diferentes valores de luminosidade do ambiente

V Projeto do produto final e testes

Nessa etapa será elaborado o projeto do produto final, considerando todos os componentes, de produção de energia e de comunicação sem fio. Baseado nos relatórios de testes anteriores, os componentes do produto final serão definidos. Será realizado o projeto da placa de circuito impresso e a montagem dos componentes. Será realizado também o projeto da carcaça do dispositivo sensor, considerando aspectos de design que favoreçam sua aplicação em ambiente residencial. A carcaça será produzida na impressora 3D disponível no IFMG Campus Betim e suas principais características serão aferidas. O produto, em seu formato final, será submetido a testes de autonomia energética e alcance da transmissão sem fio.

Resultados dessa etapa:

- Protótipo do produto final, sensor de intensidade luminosa com autonomia energética para aplicação em IoT

- Relatório dos testes de autonomia energética e alcance da transmissão sem fio

Parâmetros de aferição do cumprimento de metas:

O cumprimento das metas podem ser aferidos pelas entregas programadas de cada etapa descrita anteriormente, conforme a seguir.

I Especificação dos componentes eletrônicos e projeto dos módulos

Resultados dessa etapa:

- lista de material com especificação dos componentes;
- Projeto da placa de circuito impresso do módulo de produção de energia;
- Projeto da placa de circuito impresso do módulo de comunicação sem fio.

II Montagem dos módulos

Resultados dessa etapa:

- Placa de circuito impresso montada do módulo de produção de energia;
- Placa de circuito impresso montada do módulo de comunicação sem fio.

III Programação do microcontrolador e teste do módulo de comunicação sem fio

Resultados dessa etapa:

- Programa do microcontrolador em funcionamento
- Dispositivo de comunicação sem fio, simulando o *Gateway IoT*, em funcionamento
- Relatório de testes de consumo do módulo de comunicação sem fio para diferentes distâncias de comunicação

IV Estudo e teste do módulo de produção de energia

Resultados dessa etapa:

- Relatório de testes do módulo de produção de energia com diferentes arranjos de células fotovoltaicas e diferentes valores de luminosidade do ambiente

V Projeto do produto final e testes

Resultados dessa etapa:

- Protótipo do produto final, sensor de intensidade luminosa com autonomia energética para aplicação em IoT
- Relatório dos testes de autonomia energética e alcance da transmissão sem fio

5 – ORÇAMENTO DO PROJETO

5.1 Geral

	IFMG	EMPRESA PARCEIRA	TOTAL
Custeio	R\$ 5.080,00	R\$ 5.000,00	R\$ 10.080,00
Capital	R\$ 5.500,00	-	R\$ 5.500,00
Bolsas	R\$ 33.600,00	-	R\$ 33.600,00
DESPESAS ADMINISTRATIVAS DA FUNDAÇÃO DE APOIO (incidente apenas sobre o valor gerido pela fundação de apoio)			R\$820,00
DESPESAS ADMINISTRATIVAS DA TAXA DE ATIVAÇÃO DA CONTA PELA FUNDAÇÃO DE APOIO (R\$45,00 por mês) – 12 meses			R\$540,00

TOTAL	R\$50.540,00
--------------	---------------------

5.2 Especificação

Aporte IFMG	R\$ 45.540,00
Aporte empresa	R\$ 5.000,00
Total	R\$ 50.540,00

5.2.1 Gestão dos valores (não precisa preencher)

Valor gerido pelo IFMG	R\$ 33.600,00
Valor gerido pela Fundação de Apoio	R\$15.580,00
Despesas administrativas da fundação de apoio	R\$ 820,00
Taxa de abertura de conta – fundação de apoio	R\$ 540,00
Total	R\$ 50.540,00

Nº		Valor Unit. (R\$)	Quant.	Valor Total (R\$)
	Capital intelectual, bolsas, serviços, equipamentos e material do IFMG a serem providos.			
1	Bolsa na modalidade DTI-C por 12 meses para o coordenador do projeto.	R\$ 1.100,00	12	R\$ 13.200,00
2	Bolsa na modalidade DTI-C por 12 meses para um profissional de nível superior.	R\$ 1.100,00	12	R\$ 13.200,00
3	Bolsa na modalidade ITI-A por 12 meses para estudante do ensino superior.	R\$ 400,00	12	R\$ 4.800,00
4	Bolsa na modalidade ITI-B por 12 meses para estudante do ensino técnico integrado.	R\$ 200,00	12	R\$ 2.400,00
5	Multímetro digital, true RMS, 600 V Cat III, indicador de tensão excedida, teste de diodos, medição de tensão, resistência, continuidade, capacidade, frequência e temperatura.	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
6	Microscópio digital com capacidade de aumento de 1000x, para uso em circuitos eletrônicos.	R\$ 300,00	1	R\$ 300,00
7	Notebook compatível com processador i7, 16GB de RAM, 1TB de HD e placa de vídeo dedicada.	R\$ 4.800,00	1	R\$ 4.800,00
8	Conversor de tensão usado para captação de energia solar fotovoltaica em ambiente indoor, específica para aplicação em energy harvesting. Alguns exemplos são o BQ25504 (Texas Instruments), MAX17710 (Maxim Integrated Products), LTC4071 (Linear Technology/Analog Devices).	R\$ 70,00	8	R\$ 560,00
9	Microcontrolador com tecnologia de baixíssima potência (eXtreme Low Power), com função deep sleep, com consumo de corrente da	R\$	4	R\$

	ordem de nano Ampères.	50,00		200,00
10	Transceptor de baixo consumo para comunicação sem fio com central IoT.	R\$ 70,00	7	R\$ 490,00
11	Ferramentas manuais como alicate, chaves de fenda, pinça, sugador de solda.	R\$ 200,00	1	R\$ 200,00
12	Cabos e jumpers diversos para testes	R\$ 10,00	18	R\$ 180,00
13	Fresas e brocas de tamanhos diversos para uso na prototipadora de circuitos, para confecção de PCBs.	R\$ 100,00	1	R\$ 100,00
14	Controlador com alta capacidade de processamento, conexão Wifi integrada, comunicação sem fio (ref. Raspberry Pi 3)	R\$ 300,00	2	R\$ 600,00
15	Supercapacitores de diferentes capacidades de armazenamento, entre 1mF e 5F	R\$ 50,00	8	R\$ 400,00
16	Placas fotovoltaicas diversas, de vários tamanhos e diferentes composições	R\$ 80,00	15	R\$ 1.200,00
17	Dispositivo para interface com microcontrolador e gravação de programa na memória	R\$ 150,00	1	R\$ 150,00
18	Módulo Arduino ou ESP32 com comunicação sem fio	R\$ 200,00	5	R\$ 1.000,00
	Total			R\$ 44.180,00
Nº	Capital intelectual, bolsas, serviços, equipamentos e material da CONVENENTE a serem providos.	Valor Unit. (R\$)	Quant.	Valor Total (R\$)
1	Componentes eletrônicos diversos como resistores, capacitores, indutores, osciladores, bornes, diodos, LEDs, chave tátil.	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
2	Placas de circuito impresso de vários tamanhos	R\$ 10,00	50	R\$ 500,00
3	Microcontrolador com tecnologia de baixíssima potência (eXtreme Low Power), com função deep sleep, com consumo de corrente da ordem de nano Ampères.	R\$ 50,00	6	R\$ 300,00
5	Transceptor de baixo consumo para comunicação sem fio com central IoT.	R\$ 70,00	7	R\$ 490,00
4	Filamento PLA para impressora 3D, de várias cores	R\$ 150,00	12	R\$ 1.800,00
6	Material para soldagem como solda, fluxo de solda, esponja vegetal, malha dessoldadora	R\$ 200,00	1	R\$ 200,00
7	Cabos e jumpers diversos para testes	R\$ 10,00	7	R\$ 70,00
8	Sensores de luminosidade diversos, digitais e analógicos	R\$ 10,00	20	R\$ 200,00
9	Placas fotovoltaicas diversas, de vários tamanhos e diferentes composições	R\$ 80,00	13	R\$ 1.040,00
	Total			R\$ 5.000,00

6 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO (de acordo com a descrição das metas a serem atingidas do item 3)

Meta	Etapa	Especificação	Parte responsável (IFMG / Empresa)	Duração	
				Início (mês 1,2,3...)	Término (mês 1,2,3...)
I	1	Especificação dos componentes eletrônicos	Empresa	1	2
	2	Compra dos componentes eletrônicos	IFMG	1	2
	3	Compra de materiais para montagem	Empresa	1	3
	4	Projeto das placas de circuito impresso dos módulos de produção de energia e de comunicação sem fio	IFMG / Empresa	1	4
II	1	Montagem do módulo de comunicação sem fio	IFMG	3	6
	2	Montagem do módulo de produção de energia	IFMG	3	7
III	1	Programação do microcontrolador e dispositivo de comunicação sem fio simulando o gateway IoT	IFMG / Empresa	5	9
	2	Testes de comunicação e otimização da programação para obter consumo mínimo	IFMG / Empresa	5	10
	3	Elaboração do Relatório de Testes do módulo de comunicação (em paralelo com testes)	IFMG / Empresa	7	11
IV	1	Estudo de operação do módulo de produção de energia	IFMG / Empresa	8	9
	2	Teste do módulo de produção de energia em diferentes cenários e avaliação da produtividade	IFMG / Empresa	8	13
	3	Elaboração do Relatório de Testes do módulo de produção de energia (em paralelo com testes)	IFMG / Empresa	10	14
	4	Compra de filamento para impressora 3D	Empresa	10	10
V	1	Especificação e projeto do produto protótipo (circuito e design da carcaça)	IFMG / Empresa	11	11
	2	Montagem e testes de autonomia do protótipo	IFMG / Empresa	11	20
	3	Elaboração de relatório dos testes com protótipo	IFMG / Empresa	12	24

7 - PLANO DE APLICAÇÃO (itens a serem adquiridos para execução do projeto)

Natureza da Despesa	Unidade	Valor unitário estimado	Qtd.	Valor total estimado	Desembolso Concedente	Desembolso Conveniente	Responsável pela aquisição

Utilize o código 339030.30 para Custeio, 449052.52 para Capital e 339018.01 para Bolsas								
Código	Especificação							
339018.01	Bolsa na modalidade DTI-C por 12 meses para o coordenador do projeto.	meses	R\$ 1.100,00	12	R\$ 13.200,00	R\$ 13.200,00		IFMG
339018.01	Bolsa na modalidade DTI-C por 12 meses para um profissional de nível superior.	meses	R\$ 1.100,00	12	R\$ 13.200,00	R\$ 13.200,00		IFMG
339018.01	Bolsa na modalidade ITI-A por 12 meses para estudante do ensino superior.	meses	R\$ 400,00	12	R\$ 4.800,00	R\$ 4.800,00		IFMG
339018.01	Bolsa na modalidade ITI-B por 12 meses para estudante do ensino técnico integrado.	meses	R\$ 200,00	12	R\$ 2.400,00	R\$ 2.400,00		IFMG
449052.52	Multímetro digital, true RMS, 600 V Cat III, indicador de tensão excedida, teste de diodos, medição de tensão, resistência, continuidade, capacidade, frequência e temperatura.	un	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00	R\$ 400,00		Fundação de Apoio
449052.52	Microscópio digital com capacidade de aumento de 1000x, para uso em circuitos eletrônicos.	un	R\$ 300,00	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00		Fundação de Apoio
449052.52	Notebook compatível com processador i7, 16GB de RAM, 1TB de HD e placa de vídeo dedicada.	un	R\$ 4.800,00	1	R\$ 4.800,00	R\$ 4.800,00		Fundação de Apoio
339030.30	Componentes eletrônicos diversos como resistores, capacitores, indutores, osciladores, bornes, diodos, LEDs, chave tátil.	cx	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00		R\$ 400,00	Fundação de Apoio
339030.30	Placas de circuito impresso de vários tamanhos	un	R\$ 10,00	50	R\$ 500,00		R\$ 500,00	Fundação de Apoio
339030.30	Conversor de tensão usado para captação de energia solar fotovoltaica em ambiente indoor, específica para aplicação em energy harvesting. Alguns exemplos são o BQ25504 (Texas Instruments), MAX17710 (Maxim Integrated Products), LTC4071 (Linear Technology/Analog Devices).	un	R\$ 70,00	8	R\$ 560,00	R\$ 560,00		Fundação de Apoio
339030.30	Microcontrolador com tecnologia de baixíssima potência (eXtreme Low Power), com função deep sleep, com consumo de corrente da ordem de nano Ampères.	un	R\$ 50,00	10	R\$ 500,00	R\$ 200,00	R\$ 300,00	Fundação de Apoio
339030.30	Transceptor de baixo consumo para comunicação sem fio com central IoT.	un	R\$ 70,00	14	R\$ 980,00	R\$ 490,00	R\$ 490,00	Fundação de Apoio
339030.30	Filamento PLA para impressora 3D, de várias cores	kg	R\$ 150,00	12	R\$ 1.800,00		R\$ 1.800,00	Fundação de Apoio
339030.30	Ferramentas manuais como alicate, chaves de fenda, pinça, sugador de solda.	un	R\$ 200,00	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00		Fundação de Apoio
339030.30	Material para soldagem como solda, fluxo de solda, esponja vegetal, malha dessoldadora	un	R\$ 200,00	1	R\$ 200,00		R\$ 200,00	Fundação de Apoio
339030.30	Cabos e jumpers diversos para testes	un	R\$ 10,00	25	R\$ 250,00	R\$ 180,00	R\$ 70,00	Fundação de Apoio
339030.30	Fresas e brocas de tamanhos diversos para uso na prototipadora de circuitos, para confecção de PCBs.	un	R\$ 100,00	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00		Fundação de Apoio
339030.30	Sensores de luminosidade diversos, digitais e analógicos	un	R\$ 10,00	20	R\$ 200,00		R\$ 200,00	Fundação de Apoio
339030.30	Controlador com alta capacidade de processamento, conexão Wifi integrada, comunicação sem fio (ref. Raspberry Pi 3)	un	R\$ 300,00	2	R\$ 600,00	R\$ 600,00		Fundação de Apoio
339030.30	Supercapacitores de diferentes capacidades de armazenamento, entre 1mF e 5F	un	R\$ 50,00	8	R\$ 400,00	R\$ 400,00		Fundação de Apoio

339030.30	Placas fotovoltaicas diversas, de vários tamanhos e diferentes composições	un	R\$ 80,00	28	R\$ 2.240,00	R\$ 1.200,00	R\$ 1.040,00	Fundação de Apoio
339030.30	Dispositivo para interface com microcontrolador e gravação de programa na memória	un	R\$ 150,00	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00		Fundação de Apoio
339030.30	Módulo Arduino ou ESP32 com comunicação sem fio	un	R\$ 200,00	5	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00		Fundação de Apoio
	Total				R\$ 49.180,00	R\$ 44.180,00	R\$ 5.000,00	

8 - CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

8.1 CONCEDENTE

Meses											
1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
R\$ 14.740,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00

8.2 CONVENENTE

Meses											
1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
-	R\$ 5.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Belo Horizonte, 24 de maio de 2019.



Documento assinado eletronicamente por **Edilson Nolaço dos Santos, Coordenador(a) de Inovação do IFMG**, em 24/05/2019, às 16:28, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Ilzo Izoldino da Silva Borges, Procurador Federal**, em 05/06/2019, às 15:50, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Antonio da Conceicao, Reitor Substituto, no Exercício da Reitoria**, em 05/06/2019, às 16:35, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **KLINGER CECCON CAPRIOLI, Presidente**, em 23/08/2019, às 14:00, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadoocs> informando o código verificador **0327954** e o código CRC **66FA41E0**.