

OTIMIZAÇÃO DO MÓDULO DE GERENCIAMENTO DO PAINEL SOLAR E BATERIAS DA PLATAFORMA SAMANAÚ.SAT

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Letícia Souza Nunes (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)

E-mail: leticianunes@inpe.crn.br

Manoel Jozeane Mafra de Carvalho (CRN/INPE, Orientador)

E-mail: manoel.carvalho@inpe.br

Moisés Cirilo de Brito Souto (IFRN, Co-orientador)

E-mail: moises.souto@ifrn.edu.br

CRN/INPE

Natal, Rio Grande do Norte, 2016

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 – CEP 12.245-970

São José dos Campos – SP – Brasil

Tel.: (012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

Email: pubtc@sid.inpe.br

OTIMIZAÇÃO DO MÓDULO DE GERENCIAMENTO DO PAINEL SOLAR E BATERIAS DA PLATAFORMA SAMANAÚ.SAT

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Letícia Souza Nunes (UFRN, Bolsista PIBIC/CNPq)

E-mail: leticianunes@inpe.crn.br

Manoel Jozeane Mafra de Carvalho (CRN/INPE, Orientador)

E-mail: manoel.carvalho@inpe.br

Moisés Cirilo de Brito Souto (IFRN, Co-orientador)

E-mail: moises.souto@ifrn.edu.br

CRN/INPE

Natal, Rio Grande do Norte, 2016

RESUMO

Este trabalho descreve as atividades desenvolvidas no projeto de Iniciação Científica “Otimização do módulo de gerenciamento do painel solar e baterias da plataforma Samanaú.SAT” entre os meses de Outubro de 2015 e Junho de 2016.

ABSTRACT

This paper describes the activities developed within the Scientific Initiation Project called “Samanaú.SAT's solar panel and batteries management module optimization” between the months of October 2015 and June 2016.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	7
1 INTRODUÇÃO	8
1.1 A empresa.....	8
2 PROJETO INICIAL	9
2.1 Objetivos	9
2.2 Metodologia.....	10
2.2.1 Scrum.....	10
2.2.2 Redmine.....	10
2.2.3 Kanban.....	11
2.3 MATERIAIS.....	11
2.3.1 Arduino.....	12
2.3.2 Raspberry Pi.....	12
2.3.3 Sensores.....	13
2.3.4 SIACC – Subsistema de análise e controle de carga	13
2.4 Resultados Esperados	14
3 ATIVIDADES REALIZADAS	14
3.1 Samanaú.LinhaDeProdução.....	14
3.2 Samanaú.Chassi.....	16
3.3 Samanaú.PowerManagement.....	18
3.4 Samanaú.Sensores – Pluviômetro Mecânico.....	19
4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	21
5 REFERÊNCIAS.....	21

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1: Visão geral de arquitetura do projeto Samanaú.SAT.....	12
Figura 2: Disposição dos fios na caixa de energia, antes (esquerda) e depois (direita).....	16
Figura 3: Modelos 3D das estruturas V2.1 (esquerda) e <i>Appliance</i> (direita).....	17
Figura 4: Atual estrutura da <i>Appliance</i>	17
Figura 5: Circuito do Pluviômetro Mecânico na <i>Protoboard</i>	20

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho relata as atividades desenvolvidas no projeto de Iniciação Científica “Otimização do módulo de gerenciamento do painel solar e baterias da plataforma Samanaú.SAT”, sob orientação do Eng. Manoel Jozeane Mafra de Carvalho, Chefe do Centro Regional do Nordeste do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CRN/INPE) e co-orientação do professor Moisés Cirilo de Brito Souto, coordenador do Centro de Competências em Software Livre do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (CCSL-IFRN), responsável pelo desenvolvimento da plataforma Samanaú.SAT.

O Samanaú.SAT, como exposto por Pereira et al. (2013, p.6). , é “um projeto de coleta de dados meteorológicos (...) O principal objetivo deste projeto é o baixo custo final de aquisição, que permite sua utilização em larga escala para redes de coleta de dados de alta resolução”.

Desse modo, as atividades desenvolvidas no projeto e descritas neste relatório foram pensadas para acrescentar tecnologias à plataforma Samanaú, a fim de otimizar a geração e o consumo energético da plataforma e torna-la cada vez mais precisa e autônoma.

1.1 A empresa

O Centro Regional do Nordeste do INPE tem sede em Natal, Rio Grande do Norte, e foi estabelecido por volta de 1970 quando este ainda se chamava Comissão Nacional de Pesquisas Espaciais (CNAE). Com o passar dos anos, iniciou o desenvolvimento de equipamentos destinados à conexão com satélites, montando em 1983 a primeira Plataforma de Coleta de Dados (PCD) brasileira, que no mesmo ano foi testada e homologada na França. Desde então, a atividade de coleta de dados via satélite tem tomado dimensões nacionais, e, em 2011, já contava com 350 unidades operando em todo o Brasil, inclusive com satélites brasileiros, como exposto por Souto (2009).

2 PROJETO INICIAL

O projeto Samanaú.SAT está em desenvolvimento pelo CCSL-IFRN em parceria com o CRN/INPE, apoio financeiro do Centro Nacional de Pesquisas (CNPq) para financiar a utilização de uma rede de plataformas Samanaú previamente desenvolvidas no IFRN e INPE (CNPq chamada 65/2013 MCTI/CNPq/FNDCT – Ação Transversal – Pesquisa e Desenvolvimento em Meteorologia e Climatologia Processo: 400053/2014-4) e da Agencia Espacial Brasileira (AEB) para o desenvolvimento do transmissor de satélite (AEB Uniespaço 02/2013). Ele consiste no desenvolvimento de uma plataforma de coleta de dados de baixo custo, modular, flexível e precisa, permitindo utilização para medições em larga escala de granularidade, associado com o Sistema Nacional de Dados Ambientais (SINDA), desenvolvido pelo INPE.

Desse modo, visa-se transformar a Samanaú.SAT em uma Plataforma de Coleta de Dados integrada ao SINDA e, para isso, o sistema precisa funcionar de forma autônoma, sendo alimentado por um painel solar em conjunto com uma bateria.

Assim, tornou-se necessário o estudo do módulo de gerenciamento do painel solar e baterias da plataforma, a fim de otimiza-lo para os fins descritos anteriormente.

2.1 Objetivos

Entre os objetivos geral do projeto, como nos dizem Pereira et al. (2013), pode-se destacar o baixo custo de produção da plataforma e do módulo de gerenciamento, de modo a permitir a distribuição com alta granularidade; A sustentabilidade ambiental, atingida pelo reaproveitamento de materiais; Modularidade e auto sustentabilidade, através do funcionamento em regime pleno e autônomo da plataforma, utilizando o painel solar e a bateria para sua alimentação.

O objetivo específico do projeto, por sua vez, foi a otimização do sistema de gerenciamento, através de melhorias do sistema de alimentação solar, desde os ciclos de carga e descarga da bateria até o consumo dos sensores da plataforma.

2.2 Metodologia

A fim de desenvolver o projeto de modo mais eficaz, algumas metodologias específicas e ferramentas de acompanhamento foram adotadas, assim como foi exposto por Pereira et al. (2014, p.10). Entre elas estão o *Scrum*, o *Redmine* e o *Kanban*.

2.2.1 Scrum

Segundo Pereira et al. (2014, p.10), o *Scrum* é conhecido como uma metodologia ágil de desenvolvimento de software, mas que pode ser utilizada para outros projetos. Com ele, o andamento do projeto passa a ser dividido em *sprints*, cuja duração é de, em média, uma semana, podendo variar de acordo com a atividade desenvolvida no *sprint*. Ao final de cada *sprint* é feita uma reunião de *review*, onde as atividades desenvolvidas no *sprint* anterior e seus respectivos estados (aberta, em andamento, resolvida, *feedback*) são analisadas. Em seguida, é feito o *Planning*, onde o orientador indica as tarefas a serem realizadas no próximo *sprint* e, se necessário, posterga a entrega de tarefas atrasadas. A adoção dessa metodologia permitiu ao orientador e ao co-orientador acompanharem as tarefas e o desempenho do orientando, além de possibilitar o diálogo entre todos os envolvidos no projeto a cerca de empecilhos encontrados na execução do plano de trabalho.

2.2.2 Redmine

Ainda de acordo com Pereira et al. (2014, p.10), o *Redmine* alia-se ao *Scrum* no suporte ao monitoramento das atividades, sendo o ambiente virtual para tal supervisão. Nessa plataforma *online*, o estudante e orientador podem criar, remover e acompanhar as tarefas, postar comentários e arquivos e estabelecer prazos de entrega de atividades. Também serve como banco de dados para o projeto desenvolvido, contando com *Wikis* que

descrevem passo a passo cada projeto, subprojeto ou atividade, desde o seu desenvolvimento e construção até o seu acionamento.

2.2.3 Kanban

O *Kanban* é um quadro dividido em quatro seções (*Backlog* – para fazer, fazendo, testando e concluído), onde as tarefas do projeto são dispostas de acordo com o seu *status*. Conforme o desenvolvimento da atividade, o responsável por ela vai mudando a sua posição no quadro. No início de cada *sprint*, uma quantidade certa de fichas referente a quantidade de horas estimada para a conclusão de cada tarefa é adicionada a ela no quadro. Isso permite tanto ao estudante quanto ao orientador observar, de forma visual e rápida, o desenvolvimento das atividades e o comprometimento do orientando em relação a suas atividades, como expõe Pereira et al. (2014, p.11).

2.3 Materiais

Tendo em vista que o projeto se baseia na plataforma Samanaú.SAT, é necessário o acesso a sua arquitetura modular. Todas as estações seguem o padrão desenvolvido que pode ser visto na Figura 1.

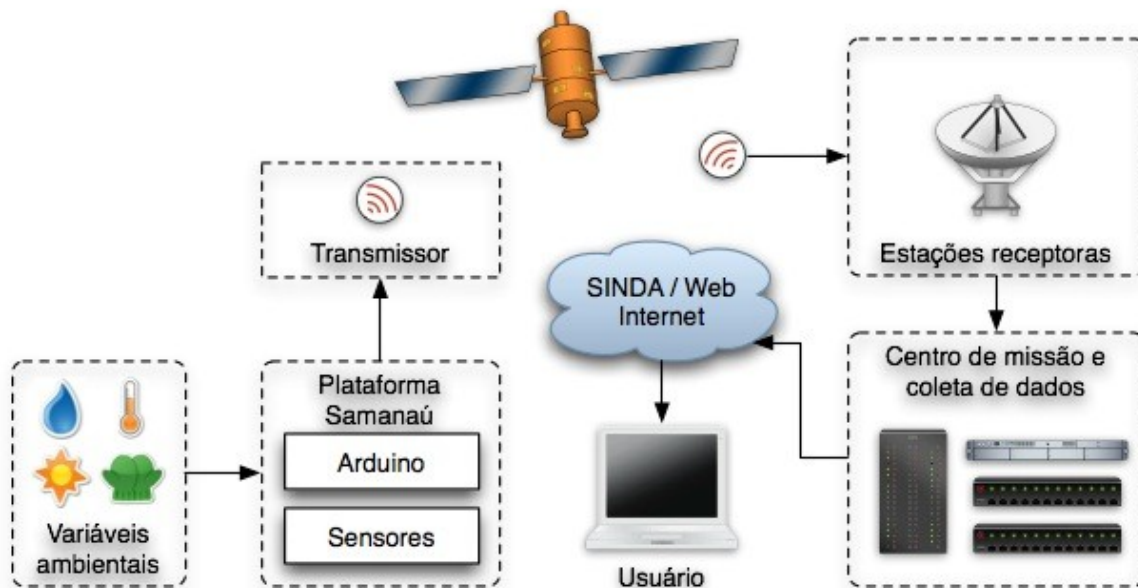


Figura 1: Visão geral de arquitetura do projeto Samanaú.SAT.

Fonte: Pereira et al. (2014).

Para o estudo do consumo elétrico, visando a otimização do sistema, os seguintes elementos presentes na arquitetura Samanaú.SAT são imprescindíveis para o desenvolvimento do projeto de Iniciação Científica descrito nesse relatório.

2.3.1 Arduino

Segundo Banzi (2011, apud SUGUIMOTO, 2013, p.3), o Arduino “trata-se de uma plataforma de prototipação que utiliza um microcontrolador atmel AVR, com suporte de entrada/saída embutido e um ambiente de desenvolvimento com linguagem de programação baseada no Wiring, que se assemelha a linguagem C/C++”.

Na plataforma Samanaú, o microcontrolador Arduino é o responsável por receber os sinais provenientes dos sensores e interpretá-los de modo a se obter informações úteis sobre diversas variáveis ambientais.

2.3.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi é um computador do tamanho de um cartão de crédito que permite que as pessoas possam explorar a computação para aprender a programar em linguagens como Python. O computador é baseado em um *system on a chip* (SoC), como explica Y. Crotti et al. (ICBL2013), e inclui um processador ARM1176JZF-S, mas não inclui uma memória não-volátil, apesar de possuir uma entrada de cartão SD para armazenamento de dados. No projeto, o Raspberry Pi é usado na *Appliance*, para coletar dados de várias estações ao seu redor e transmiti-las.

2.3.3 Sensores

Os sensores são dispositivos eletrônicos que funcionam em conjunto com microcontrolador arduino e são responsáveis por coletar diversas variáveis ambientais e encaminhá-las para o Arduino. Visando a praticidade, como exposto por Pereira et al. (2014), utiliza-se o padrão *Grove*, onde um *Shield* funciona como intermediário entre o Arduino e os sensores.

Os sensores utilizados coletam dados de qualidade do ar, temperatura e umidade, precipitação, pressão atmosférica, luminosidade, radiação ultravioleta e temperatura barométrica.

Os dados coletados, por sua vez, são enviados pelo transmissor HAL que, também, funciona em conjunto com o microcontrolador.

2.3.4 SIACC – Subsistema de Análise e Controle de Carga

A plataforma Samanáu.SAT dispõe de um subsistema de gerenciamento de carga das baterias e painel solar, que alimenta o Arduino e, por consequência, os sensores, chamado de SIACC, conforme do trabalho inicialmente desenvolvido por Anderson M. de A. Pereira et al. (2013).

Condizente com o nome do projeto de Iniciação Científica e com o que foi exposto anteriormente, o objetivo principal é atingir o correto funcionamento do referido módulo em campo através da otimização e melhorias em suas funcionalidades.

Para atingir tal objetivo, é necessário montar o SIACC para que testes possam ser realizados, como mostra o manual técnico interno do SIACC. Além disso, foi utilizado um módulo analisador de carga, desenvolvido por Peireira e Tavares (2014, p.9), para estudar os ciclos de carga e descarga da bateria, análise de extrema importância para a otimização do sistema de controle de carga.

2.4 Resultados Esperados

Espera-se que a plataforma funcione em regime pleno e autônomo, sendo alimentado exclusivamente pelo painel solar e baterias. Além disso, espera-se também a escalabilidade no uso de sensores, em razão do mapeamento de consumo elétrico a fim de controlar o consumo da estação e mantê-la autônoma. Também espera-se que a estação consiga transmitir sinal e exibir tal sinal pela interface do SINDA.

3 ATIVIDADES REALIZADAS

A seguir serão descritas as atividades que foram realizadas desde outubro de 2015, início do projeto de Iniciação Científica. As atividades desenvolvidas não se limitaram ao sistema de gerenciamento do painel e baterias, considerando que existiam pendências no desenvolvimento do Samanaú.SAT que necessitavam ser abordadas antes do estudo do consumo elétrico da estação, tais como a estrutura do chassi da estação e do pluviômetro.

3.1 Samanaú.LinhaDeProdução

As atividades do subprojeto Samanaú.LinhaDeProdução englobam desde a construção estrutural da estação até a confecção de *Printed Circuit Boards* (PCBs). Através dessas atividades, foi possível construir mais estações, que permitem um estudo mais amplo do desenvolvimento do projeto, não limitando-se a apenas um protótipo.

A construção dos artefatos seguiu a documentação presente no manual técnico interno do subprojeto que o qual o artefato faz parte. Por exemplo, as placas do SIACC pertencem ao subprojeto Samanaú.PowerManagement, enquanto a estrutura da estação pertence ao subprojeto Samanaú.Chassi – ambas serão exploradas no decorrer do relatório.

Através da construção das estruturas, alguns problemas foram notados, devidamente contornados e relatados no manual técnico interno do subprojeto, para que nas próximas construções os mesmos problemas não voltem a acontecer. Um exemplo foi a realocação dos botões liga/desliga da estação, que anteriormente se localizavam dentro da caixa de energia, resultando em um trabalho desnecessário de abrir a estrutura simplesmente para ligá-la. De modo a contornar o problema, foi criada uma saída externa para os botões. Assim, o usuário pode ligar e desligar a estação sem ter que abrir totalmente a estrutura. Todas essas alterações são devidamente relatadas no manual técnico interno para que a próxima pessoa a montar a estação esteja ciente do melhor modo a realizar o trabalho.

Além disso, foi importante construir novas estações para melhorar a durabilidade das mesmas. Notou-se que as estações antigas apresentavam regiões frágeis devido ao uso, condições climáticas e furos próximos uns aos outros, além de difíceis de manusear devido ao uso excessivo de fios. Desse modo, a disposição de saídas da estrutura, assim como a disposição dos fios dentro da mesma, foi repensada para tornar a estrutura da caixa de energia mais minimalista e objetiva possível. A mudança pode ser observada na Figura 2, que mostra a disposição da fiação antes e depois da modificação.

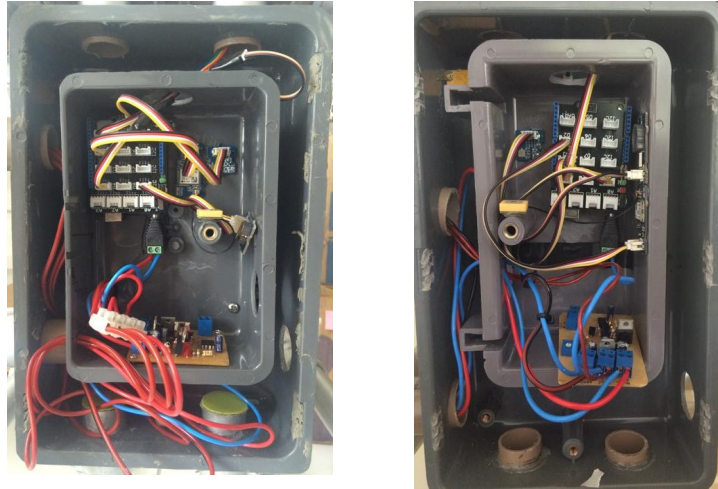


Figura 2: Disposição dos fios na caixa de energia, antes (esquerda) e depois (direita).

Fonte: Elaboração própria.

Os PCBs do SIACC também foram confeccionados, desde a impressão do circuito e transferência térmica para a placa de fenolite, até a corrosão da placa e soldagem dos componentes eletrônicos.

Com a estrutura montada e a placa do Controlador de Carga em mãos, é possível concluir a montagem da plataforma, adicionando os demais componentes, como arduino (devidamente atualizado com o *firmware*), sensores, painel solar e bateria. Com a plataforma montada e funcional, é possível realizar testes de integração para estudar a autonomia energética e o desempenho geral da plataforma.

3.2 Samanaú.Chassi

O subprojeto consiste na estrutura que comporta todos os demais materiais. A princípio, trabalha-se com dois modelos: V2.1 e *Appliance*.

Ambos os designs foram alcançados após melhorias de designs anteriores (V1.0 e V2.0). O modelo V2.1 é feito para segurar um painel de 10W e uma bateria de 12Ah. Já a *appliance* é modelada para segurar um painel de 20W e uma bateria de 18Ah. As estruturas são diferentes exatamente por tratarem de aplicações diferentes em campo.

As estruturas foram desenvolvidas em plataformas de modelagem 3D por Ariel Clyde e relatadas no manual técnico interno do subprojeto Samanaú._Chassi. Elas são montadas com canos de PVC e conectores de 90 e 45 graus e “T”, todos de 32mm. As estruturas dos dois modelos podem ser visualizados na Figura 3.



Figura 3: Modelos 3D das estruturas V2.1 (esquerda) e *Appliance* (direita).

Fonte: Elaboração própria.

Após testes de integração, notou-se a necessidade de fazer adaptações na estrutura da *Appliance*, para que seu centro de gravidade fosse baixo o suficiente para que a estrutura não tombasse em função do peso da bateria de 18Ah. As alterações foram realizadas e se limitam a parte inferior da estrutura e o objetivo de fixar a caixa de energia de forma mais segura foi alcançada. A mudança foi devidamente documentada no manual técnico interno do subprojeto e pode ser vista na Figura 5, que mostra a situação atual da estrutura da *Appliance*.

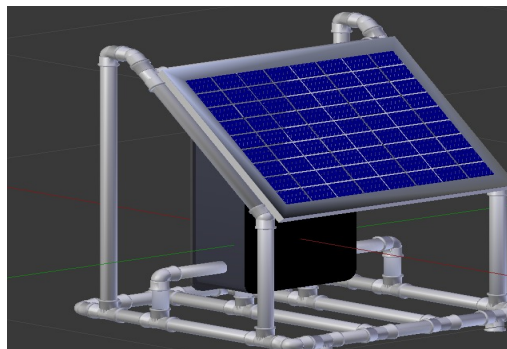


Figura 4: Atual estrutura da *Appliance*.

Fonte: Elaboração própria.

3.3 Samanaú.PowerManagement

O Subsistema de Análise e Controle de Carga (SIACC) foi desenvolvido inicialmente por Anderson Manoel e Felipe Tavares, como exposto por Anderson M. de A. Pereira et al. (2013), e continuado por Cecílio Dantas. Conforme o avanço do projeto, novas versões do SIACC foram desenvolvidas, a fim de se adaptar à demanda da plataforma. Os *softwares* Fritzing e Eagle foram amplamente usados para o projeto dos circuitos e para consulta na hora de montar o PCB. Consequentemente, muitas das atividades desse subprojeto envolviam a análise de novos artefatos projetados, assim como suas construções e testes de integração.

Entretanto, as atividades referentes ao subprojeto Samanaú._PowerManagement não se limitaram a construção e simples integração do SIACC à plataforma. Foi necessário estudar o desempenho da placa reguladora na estação, buscando que, junto ao painel solar e bateria, o sistema alimente a plataforma de forma autônoma e ininterrupta. Desse modo, o painel solar é responsável por carregar a bateria e o sistema painel solar/bateria/SIACC é responsável por alimentar o Arduino ininterruptamente, para que a coleta de dados aconteça em todos os momentos do dia.

Para analisar o desempenho do sistema de alimentação, a plataforma Samanaú.SAT foi colocada em *deploy* (ou seja, testada em campo) e o consumo da estação foi acompanhado pelo Analisador de Carga, desenvolvido por Peireira e Tavares (2014, p.9). Pode-se notar que a carga estava muito alta, de modo que a estação V2.1 (painel de 10W e bateria de 12Ah) estava consumindo mais do que poderia suprir. Assim, foram pensadas alternativas para diminuir o consumo da estação.

Entre as alternativas adotadas está a retirada do sensor de qualidade do ar, que era o sensor que mais consumia energia na estação, sendo o seu consumo estimado em 5mA. Após essa retirada, notou-se que o consumo diminuiu consideravelmente, mas não o suficiente para que a estação opere de forma autônoma – chegava uma hora em que carga da bateria caía a um nível que ela não conseguiu alimentar o Arduino e o painel não era mais

capaz de carrega-la. Isso geralmente acontecia no segundo dia de deploy, por volta da meia noite.

Os dados obtidos pelo analisador de carga diariamente com a estação em *deploy* (ou seja, testada em campo) eram convertidos em gráficos, indicando a tensão, corrente e potência tanto da bateria quanto do painel solar. Com isso, foi possível identificar padrões no ciclo de carga e descarga da bateria. Conclui-se, recentemente, que a melhor alternativa para otimizar o ciclo de carga e descarga da bateria, de modo a tornar a plataforma autônoma, é trocar o painel solar de 10W por um de 20W, pois assim espera-se que o novo painel seja capaz de carregar a bateria mais rapidamente do que o painel anterior devido a sua potência superior, impedindo que a bateria atinja um nível tão baixo que a impossibilite de alimentar o Arduino ou mesmo de ser carregada.

O descrito acima foi referente à plataforma Samanaú V2.1 que, como descrito anteriormente, conta com painel solar de 10W (que está no processo de ser substituído) e bateria de 12Ah. Como a plataforma opera com Arduino, a única saída de energia do SIACC para alimentação de um componente externo é a de 12V (que alimenta o Arduino).

Entretanto, a plataforma Samanaú *Appliance* é desenvolvida com o uso do Raspberry Pi, que possui especificação diferente comparada ao Arduino. Dentre as várias diferenças, dá-se destaque para sua alimentação, que é de 5V e 3A. Desse modo, foi necessário desenvolver uma saída capaz de alimentar esse Raspberry Pi. A versão mais recente do SIACC conta com um regulador “*Ampop*” e uma outra saída de energia para alimentação de um componente externo, dessa vez de 5V/3A. A *Appliance*, ao contrário da outra plataforma, conta com o painel de 20W e bateria de 18Ah e espera-se, também, que ela seja capaz de operar de forma autônoma.

Assim, as principais atividades referentes a esse subprojeto consistem na análise e confecção de artefatos, assim como a integração e análise do desenvolvimento dos mesmos, para que conclusões sejam tomadas com base científica e prática, para que eventuais problemas sejam corrigidos.

2.4 Samanaú.Sensors – Pluviômetro Mecânico

O pluviômetro utilizado foi desenvolvido por Juscelino Araújo e, como exposto por Araújo (2015), funciona com um sensor óptico que identifica quando a balança vira de um lado para o outro e envia um sinal para a plataforma; ele faz isso enviando um sinal de uma ponta a outra, logo quando algo atrapalha o caminho do sinal, ele identifica que algo está no meio do sensor – nessa aplicação, essa situação acontece quando a pá da balança passa pelo sensor, indicando que ela virou.

Para isso, é preciso de um circuito que forneça a tensão para o sensor e analise o sinal recebido, convertendo-o para a leitura do Arduino. Esse circuito foi desenvolvido por Lucas Câmara, como exposto por Bezerra (2016), tendo sido projetado no Fritzing e a sua versão inicial da *Protoboard* pode ser vista da Figura 5.

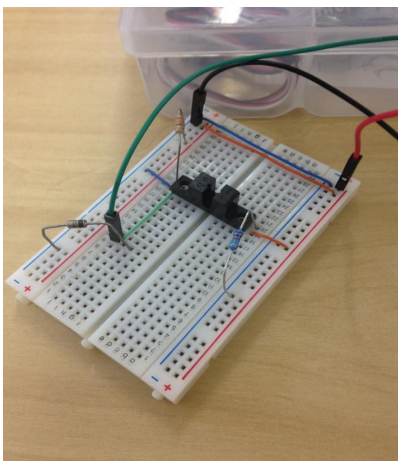


Figura 5: Circuito do Pluviômetro Mecânico na *Protoboard*.

Fonte: Elaboração própria.

O pluviômetro, assim com a estrutura da estação, é construído manualmente com canos PVC. O circuito, por sua vez, fica extremamente próximo de onde passa a água, portanto é importante o cuidado na hora de fixá-lo à parede interna do pluviômetro, para que não caia água e comprometa o funcionamento do circuito. Considerando que o pluviômetro é uma estrutura a parte da plataforma, ele é conectado a parte central da estação (caixa de energia onde o Arduino está localizado) através de um eletroduto,

responsável pela proteção dos fios de uma ponta a outra). Tarefas relacionadas a montagem do PCB do circuito do pluviômetro e a montagem da própria montagem do pluviômetro estão entre as atividades desenvolvidas no subprojeto citado.

4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Examinando as atividades realizadas nesse projeto de Iniciação Científica, fica claro que tarefas das mais diversas naturezas foram desenvolvidas, propiciando uma experiência de suma importância para o desenvolvimento acadêmico e profissional da discente.

Conclui-se, também, que a otimização do módulo de gerenciamento ainda não foi completamente alcançado, dando margem, portanto, para futuros trabalhos.

Entre os futuros trabalhos, podem ser mencionados os testes de integração do SIACC com a saída 5V e 3A para a alimentação do Raspberry Pi; a junção do circuito analisador de carga e do SIACC (para que não seja necessária a confecção de duas PCBs); possíveis mudanças na disposição dos chassis a fim de comportar novos sensores; testes de integração da plataforma V2.1 com o painel solar de 20W; e teste do sistema completo, contando com ambas V2.1 e *Appliance* em *deploy*.

5 REFERÊNCIAS

BANZI, Massimo. **Primeiros Passos com o Arduino**. São Paulo: Novatec, 2011.

PEREIRA, Anderson Manoel de Azevedo; TAVARES, Felipe de Oliveira Lúcio; ARAÚJO, Juscelino Pereira de; SOUTO, Moisés Cirilo de Brito; VITORINO, Bruno Augusto Ferreira. Samanaú.sat: Plataforma de baixo custo para coleta de dados integrada ao Sistema Integrado de Dados Ambientais – SINDA. In: **FEIRA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA – FEBRACE 12**. São Paulo: EPUSP, 2014.

PEREIRA, Anderson Manoel de Azevedo; TAVARES, Felipe de Oliveira Lúcio; SOUTO, Moisés Cirilo de Brito; SILVEIRA, Max Miller da. Projeto Samanaú: Rede de sensores sem fio de Caicó. In: **FEIRA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA – FEBRACE 11**. São Paulo: EPUSP, 2013.

SOUTO, Moisés Cirilo de Brito. **Desenvolvimento de uma interface gráfica para o sistema de controle da antena da estação multimissão de Natal – EMMN**. 2009.

Y. Crotti; J. B. Da Silva; R. Marcelino; G. Vilson; L. C. S. Casagrande. Raspberry Pi e Expreimentação Remota. In: **International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning – ICBL2013**.

Anderson M. de A. Pereira; Felipe de O. L. Tavares; Bruno A. F. Vitorino; Moisés C. B. Souto; Max M. Silveira. Sistema de análise e controle de carga a partir do uso de painel solar e baterias para o projeto Samanaú. In: **VIII CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO – CONNEPI 2013**. Salvador: IFBA.

PEREIRA, Anderson M. de A.; TAVARES, Felipe de O. L. Projeto Samanaú – Redes de sensores sem fio de Caicó. In: **Sustainable World (Energy, Engineering, Environment) Project Olympiad – ISWEEP 2014**.

ARAÚJO, Juscelino Pereira de. Projeto Samanaú.SAT: Plataforma de coleta de dados com transmissor de baixo custo. Relatório parcial de bolsa PIBIC. 2015

BEZERRA, Lucas C. Dantas; Otimização do módulo de gerenciamento do painel solar e da plataforma Samanaú.SAT. Relatório parcial de bolsa PIBIC. 2016.

SKEETE, André W. Arruda; Projeto Samanaú.SAT: Plataforma de coleta de dados com transmissor de baixo custo. Relatório final de projeto de iniciação científica. 2015.