



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

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@crn.inpe.br

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

E-mail: manoel.carvalho@crn.inpe.br

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

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

Natal, Rio Grande do Norte, 2017

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 PROJETO INICIAL	5
2.1 Objetivos	6
2.2 Metodologia	6
2.2.1 Scrum	6
2.2.2 Redmine	6
2.2.3 Kanban	7
2.3 Materiais	7
2.3.1 Arduino	7
2.3.2 Raspberry Pi	8
2.3.3 Sensores	8
2.4 Resultados Esperados	8
3 ATIVIDADES REALIZADAS	9
3.1 Painéis solares	9
3.2 Reguladores de carga	9
3.3 Desenvolvimento do protótipo adequado aos requisitos da WMO	10
3.3.1 Chassi e caixa de sensores	10
3.3.2 Sensores internos e externos	11
3.3.3 Disposição do teste de campo	14
3.3.4 Validação dos sensores	15
3.3.5 Pluviômetro mecânico	15
3.4 Samanáu Appliance	16
3.5 Montagem de dez estações	17
4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	17
5 REFERÊNCIAS	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Visão geral de arquitetura do projeto Samanú.SAT	7
Figura 2: Relatórios de manutenção da estação em teste de campo	10
Figura 3: Organização dos componentes internos	12
Figura 4: Shield Térmico impresso	12
Figura 5: Piranômetro	13
Figura 6: Estrutura física da plataforma Samanáu.SAT	14
Figura 7: Circuito do Pluviômetro mecânico na protoboard	15
Figura 8: Báscula, suporte do circuito e chave de interrupção do pluviômetro	16
Figura 9: Chassi Appliance adaptado	17

RESUMO

Este trabalho descreve as atividades desenvolvidas no projeto de Iniciação Científica “Otimização do módulo de gerenciamento do painel solar e baterias da plataforma Samanáu.SAT” entre os meses de Agosto de 2016 e Junho de 2017.

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”, iniciado em agosto de 2016, 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 tem como objetivo a continuidade do projeto de Iniciação Científica em andamento desde 2015, e foram pensadas para acrescentar tecnologias à plataforma Samanaú, a fim de otimizar a geração e o consumo energético da plataforma e torná-la cada vez mais precisa e autônoma.

2 PROJETO INICIAL

O projeto Samanaú.SAT está em desenvolvimento pelo CCSL-IFRN em parceria com o CRN/INPE, apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (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 Agência 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 Integrado de Dados Ambientais (SINDA), desenvolvido pelo INPE.

Desse modo, visa-se garantir que a estação Samanaú.SAT seja autônoma, sendo alimentada por um painel solar em conjunto com uma bateria, seja adaptada aos requisitos para estações de coleta de dados ambientais estabelecidos pela *World Meteorological Organization* (Organização Meteorológica Mundial - WMO) para certificação de estações de coleta de dados e que os dados coletados por seus sensores sejam confiáveis e precisos.

2.1 Objetivos

Entre os objetivos gerais 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. Além disso, outro objetivo específico foi melhorar a qualidade dos dados coletados e adaptar a estrutura da plataforma para atender aos requisitos da Organização Meteorológica Mundial (*World Meteorological Organization - WMO*). Uma vez que esses objetivos forem alcançados, planeja-se distribuir dez estações Samanaú.SAT pelo estado do Rio Grande do Norte.

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

Scrum é conhecido como uma metodologia ágil de desenvolvimento de software, mas pode ser utilizada para outros projetos. O andamento do projeto passa a ser dividido em *sprints*, cuja duração é de, em média, uma semana, podendo variar de acordo com o objetivo do *sprint*. Ao final de cada *sprint*, é feita uma reunião de *review*, onde as atividades desenvolvidas são analisadas. Em seguida, é feito o *planning*, onde o orientador indica as tarefas a serem desenvolvidas 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 no trabalho.

2.2.2 Redmine

O *Redmine* alia-se ao *Scrum* no suporte ao monitoramento das atividades, sendo o ambiente virtual para tal supervisão. Nessa plataforma *online*, o estudante, orientador e co-orientador podem criar, remover e acompanhar as tarefas, postar comentários e arquivos e estabelecer prazos de entrega das atividades. A plataforma também serve como banco de dados para o projeto desenvolvido, contando com *Wikis* que descrevem o passo a passo de 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 (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. Caso a entrega da tarefa seja atrasada, é adicionada uma fita de acordo com o motivo do atraso (vermelha - atraso injustificado e/ou grave, amarelo - atraso parcialmente justificado e/ou gravidade média, azul - atraso em razão de dependência de artefato do projeto, verde - atraso em razão de mudança na tarefa pela gestão).

Isso permite tanto ao estudante quanto ao orientador e co-orientador observar, de forma visual e rápida, o desenvolvimento das atividades e o comprometimento do orientando em relação a suas atividades.

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.

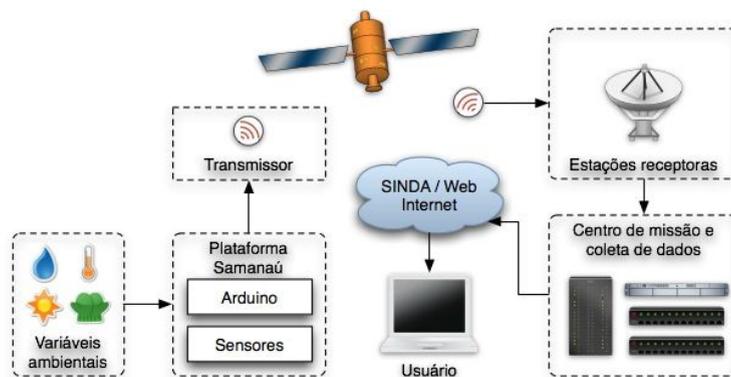


Figura 1: Visão geral da arquitetura do projeto Samanaú.SAT. Fonte: Pereira et al. (2014)

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

Como explica Y. Crotti et al (ICBL 2013), o Raspberry Pi é um computador do tamanho de um cartão de crédito em que é possível programar em linguagens como Phytton. É baseado em um *system on a chip* (SoC), 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*, que funciona como um centralizador dos dados coletados por várias estações ao seu redor e é responsável por transmiti-las.

2.3.3 Sensores

Os sensores são dispositivos eletrônicos que funcionam em conjunto com o microcontrolador arduino e são responsáveis por coletar diversas variáveis ambientais e encaminhá-las para o arduino. Visando a praticidade, 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 geolocalização. Entretanto, considerando que um dos objetivos do projeto é que a plataforma

Samanaú.SAT seja modular, outros sensores, como de detecção de CO₂, som e ... podem ser adicionados à plataforma de acordo com a necessidade.

Os dados coletados, por sua vez, são enviados pelo módulo *APC220 Wireless RF* para o centralizador *Appliance* ou para um servidor que esteja próximo à estação, que também funciona em conjunto com o microcontrolador.

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 estabilidade no uso de sensores e qualidade nos dados coletados pelos mesmos. Também espera-se que a estação atenda as especificações da WMO e consiga transmitir sinal e exibir tal sinal pela interface do SINDA.

3 ATIVIDADES REALIZADAS

A seguir serão descritas as atividades realizadas desde outubro de 2016. Como exposto anteriormente, as atividades desenvolvidas não se limitaram ao sistema de gerenciamento do painel e bateria, considerando que adaptações na estação foram necessárias para alcançar os objetivos desejados.

3.1 Painéis solares

Inicialmente, esperava-se que o painel de 10W fosse capaz de carregar a bateria o suficiente para que a estação não desligasse eventualmente. Entretanto, após análise dos dados obtidos pelo analisador de carga descritos no relatório final do projeto em 2016, concluiu-se que a melhor alternativa para otimizar o ciclo de carga e descarga da bateria seria a substituição do painel solar de 10W pelo de 20W.

Essa substituição foi feita em todas as estações que já haviam sido montadas e atendeu a expectativa de melhora do ciclo de carga e descarga da bateria, de modo que pouquíssimos testes de campo feito desde a substituição dos painéis a bateria atingiu um nível tão baixo que impossibilitou a alimentação do arduino ou sua própria recarga, além de que concluiu-se que esses momentos de *stand-by* por falta de bateria podem ser evitados através da adaptação do *firmware* para atender as especificações da WMO, que serão discutidas no decorrer do relatório.

Essa substituição também evidenciou que a troca da bateria de 12Ah pela de 18Ah é desnecessária, visto que espera-se que a estação funcione de forma autônoma e

sem períodos de *stand-by* devido a falta de bateria uma vez que o *firmware* da coleta de dados seja adaptado.

3.2 Reguladores de carga

Como foi descrito no relatório parcial desse projeto, o novo regulador de carga desenvolvido utilizando componentes SMD (*Surface-mount technology* - tecnologia de montagem superficial) nomeado como Controlador de Carga V4 não substituiu o Controlador de Carga V3, versão anterior que utiliza componentes PTH (*Pin through-hole* - montagem “*through-hole*”), pelo motivo de ser muito caro, fato que contradiz um dos principais objetivos do projeto - que a plataforma seja de baixo custo.

Ainda no relatório parcial, foi relatado que o teste de campo utilizando o Controlador de carga V3 evidenciou que o regulador foi capaz de manter a estação ligada ininterruptamente por pouco mais de dois meses (11/01/2017 até 16/03/2017). Entretanto, a partir do fim do mês de março surgiram problemas na rede do CRN/INPE, de tal modo que o servidor usado como centralizador de dados constantemente perdia conexão com a *internet* e não era mais possível acompanhar o desempenho da estação. Todas essas quedas de conexão foram documentadas na plataforma *online* (www.samanau.ifrn.edu.br) e algumas delas podem ser visualizadas na Figura 2.

 Manutenção	🕒 28/04/2017 12:34:53 👤 leticia	Retificação: Estação Offline e Religamento Estação ficou offline dia 26/04, devido à queda de rede. A estação foi ligada novamente dia 28/04.
 Manutenção	🕒 07/04/2017 15:31:19 👤 ccsf	Problemas com o servidor de rede no INPE Em razão da desconexão do switc da sala 01 do INPE, o servidor ficou sem comunicação com a interface web do dia 06/04/2017 - 09:30 as 15:30 de 07/04/2017
 Manutenção	🕒 24/03/2017 16:44:19 👤 leticia	Falta de energia no prédio e acionamento do collector Terça-feira (21/03) faltou energia no prédio onde fica o computador que roda o collector, desligando-o. Sexta-feira (24/03) o computador foi ligado novamente e o collector voltou a rodar.

Figura 2: Relatórios de manutenção da estação em teste de campo. Retirado de www.samanau.ifrn.edu.br

Após a estabilização dos problemas de rede, foi possível notar que a estação tinha começado a falhar durante algumas horas da madrugada pela falta de bateria. Chegou-se a conclusão, portanto, de que seria interessante testar o desempenho de um controlador de carga comercial em contraste ao desempenho visto pelo Controlador de Carga V3 desenvolvido pelo CCSL-IFRN. Desse modo, no mês de junho foi iniciado o teste de campo com a estação utilizando o controlador de carga comercial *HP Series*

Smart Solar Charge Controller HP2410 que está sendo feito até o dia da última edição deste relatório (5 de julho de 2017).

3.3 Desenvolvimento do protótipo adequado aos requisitos da WMO

A fim de adequar a estrutura da plataforma Samanaú.SAT aos requisitos da WMO para certificação de estações de coleta de dados, adaptações foram necessárias. Essas adaptações envolveram, majoritariamente, o chassi e a disposição dos sensores internos e externos. Finalizado o protótipo, será feita a validação da coleta e transmissão dos dados para que outras alterações sejam feitas caso seja necessário.

3.3.1 Chassi e caixa de sensores

Foi feita a substituição da caixa que comportava os sensores, arduino e controlador de carga. Anteriormente, era utilizada uma caixa para medidor monofásico e a bateria ficava numa estrutura externa. Essa disposição foi substituída por uma caixa opaca, já com sistema de vedação, onde os sensores internos, arduino, controlador de carga e bateria ficam juntos.

O propósito dessa substituição foi eliminar a estrutura externa para comportamento da bateria, além de que a adoção da caixa opaca da Cemar já satisfaz três necessidades explicitadas pela WMO para certificação de estações de coleta de dados que a anterior caixa de medidor monofásico deixava a desejar: a integridade dos sensores, que é alcançada pela vedação contra água que torna desnecessárias as adaptações com borracha para vedar possíveis entradas de ar; a proteção UV grau IP67; e o fato de que os sensores estarão na sombra, sem incidência solar direta.

Com a substituição da caixa, foi necessária uma pequena adaptação do chassi para que ele não limitasse a abertura da tampa. Quatro canos diminuíram de tamanho para que a caixa possa ser aberta totalmente, a fim de não limitar o acesso aos sensores internos, arduino, controlador de carga e bateria, tornando, portanto, a estação mais compacta. Essa mudança implicou também na mudança do centro de gravidade da estação, entretanto notou-se que ela ficou mais estável após a modificação, que é algo positivo.

3.3.2 Sensores internos e externos

Feitas as alterações supracitadas, foi necessário planejar a organização dos componentes internos e externos. A solução alcançada para a disposição dos componentes internos contou com a modelagem e impressão 3D de um suporte para os sensores GPS, RTC, barômetro, módulo cartão micro SD e APC220, além do arduino e *shield grove*. Foi deixado um espaço para fixação do controlador de carga, seja ele o

comercial ou o desenvolvido pelo CCSL-IFRN, e para a bateria, que é sustentada por duas estruturas em forma de “L”, além de braçadeiras. A disposição interna pode ser vista na Figura 3.

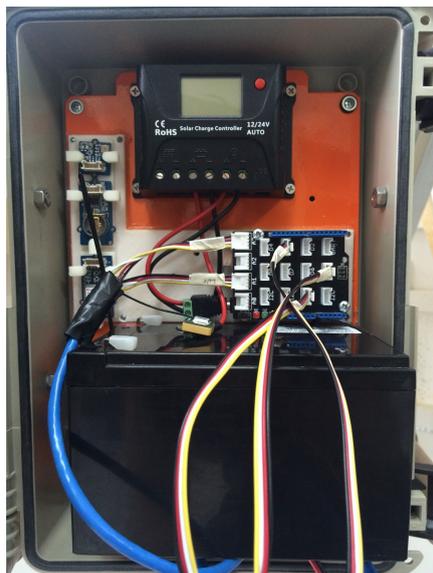


Figura 3: Organização dos componentes internos. Fonte: Elaboração própria.

Já os componentes externos demandaram duas estruturas diferentes. Os sensores de umidade e temperatura, qualidade do ar e barômetro de alta precisão precisam estar externos à caixa de sensores para que possam coletar corretamente os dados. Esses sensores, portanto, ficam dispostos numa estrutura chamada *Shield Térmico*, que foi modelada e impressa em 3D. Nela, os sensores ficam externos, porém protegidos por anéis da incidência solar direta e da água da chuva. Essa estrutura pode ser vista na Figura 4.



Figura 4: Shield Térmico impresso. Fonte: Elaboração própria.

A segunda estrutura é um adaptador para montagem do Piranômetro, que comporta os sensores de luminosidade e radiação UV. Essa estrutura que foi modelada e impressa em 3D adapta o cano por onde passam os fios de comunicação dos sensores ao mini dome utilizado para câmeras, onde ficaram fixados os sensores. Desse modo, os sensores ficam protegidos pela cobertura plástica do dome, sem que haja sombra sobre eles, caso contrário os dados coletados seriam comprometidos. Essa estrutura, junto com o mini dome, pode ser vista na Figura 5.



Figura 5: Piranômetro. Fonte: Elaboração Própria.

Conectando as estruturas externas ao chassi e à caixa de sensores, é possível conectar os sensores externos ao arduino para que colem dados. A estrutura física final da plataforma, desse modo, pode ser vista na Figura 6.



Figura 6: Estrutura física da plataforma Samanaú.SAT. Fonte: Elaboração Própria.

3.3.3 Disposição do teste de campo

Segundo os requisitos da WMO, a estação precisa estar à pelo menos 1,50m do solo para que a coleta de dados seja feita de forma correta. A estrutura da plataforma, atualmente, possui 1,05m. Desse modo, para testes de campo, torna-se necessário que a estação seja elevada para que fique de acordo com os requisitos da WMO.

Para tanto, nas áreas de *deploy*, são colocados quatro canos de PVC, cheios de cimento, de 1,30m de altura considerando a partir do solo, nas dimensões das pernas da estação. Quando o *deploy* da estação é feito, a plataforma é suspensa e fixada nesses quatro canos de PVC, que prontamente deixam a estação de coleta de dados à mais de 1,50m do solo.

3.3.4 Validação dos sensores

Considerando o exposto anteriormente, os sensores já dispostos corretamente na estação protótipo. Entretanto, em razão do protótipo ainda não ter sido testado em campo, a validação dos sensores ainda não foi feita.

Essa validação será feita através da comparação dos dados obtidos pela estação da marca *Davis*, já estabelecida no mercado de coleta de dados ambientais. Essa estação já está montada no CRN/INPE, e planeja-se fazer o *deploy* da estação protótipo logo ao seu lado para comparar os dados obtidos por cada uma delas durante, pelo menos, duas semanas. Espera-se que a Samanáu.SAT tenha um desempenho similar ao da *Davis*.

3.3.5 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 balsa 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 o interruptor, fixado ao eixo da balsa, 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 na Figura 7.

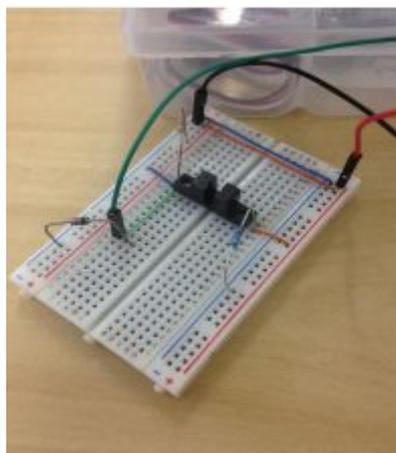


Figura 7: Circuito do Pluviômetro mecânico na *protoboard*. Fonte: Elaboração própria.

O pluviômetro, assim como a estrutura da estação, é construído manualmente com canos PVC. Com base no circuito na *protoboard* desenvolvido por Lucas Câmara, foi possível criar o *footprint* para montagem do circuito para o pluviômetro. Em seguida, foi modelado e impresso em 3D uma estrutura de suporte que é fixada na

lateral do cano do pluviômetro e serve para segurar e proteger o circuito que coleta as viradas da balança. A chave de interrupção, que fica fixada ao eixo da balança, e a balança em si também foram modeladas e impressas em 3D. Essa estrutura de coleta dos dados pluviométricos pode ser visualizada na Figura 8.



Figura 8: Balança, suporte do circuito e chave de interrupção do pluviômetro. Fonte: Elaboração própria.

3.4 Samanaú *Appliance*

Também foram feitas substituições na disposição da estação *Appliance*. Como já citado, a *Appliance* serve como um centralizador dos dados coletados por várias estações ao seu redor e é responsável por transmiti-las para a plataforma *online* (www.samanau.ifrn.edu.br). Para que seu design não variasse tanto do da estação de coleta de dados Samanaú.SAT, adaptou-se o chassi da Samanaú.SAT para que ficasse mais largo e pudesse comportar uma bateria maior, de 18Ah, além do Raspberry Pi. O resultado pode ser visto na Figura 9. Assim como a estação Samanaú.SAT, a *Appliance* conta com uma caixa com proteção IP67, como solicitado pela WMO.

Assim como a estação Samanaú.SAT, a *Appliance* ficará elevada. Por esse motivo, nota-se na figura que somente a estrutura que suporta a caixa onde ficam a bateria e o Raspberry Pi foi montada, enquanto as “pernas” da estação ficam fixas no local onde será feito o seu *deploy*, de modo a elevar a plataforma.



Figura 9: Chassi *Appliance* adaptado. Fonte: Elaboração própria.

3.5 Montagem de dez estações

Um dos objetivos do projeto é distribuir dez estações Samanaú.SAT por dez campi do IFRN. Para tanto, foi necessário montar dez estruturas da plataforma para que, uma vez que o primeiro protótipo fosse validado acerca da coleta e transmissão de dados, o que foi desenvolvido fosse replicado para as outras nove estruturas montadas e pudessem ser espalhadas pelo estado. Com isso, seria possível observar as diferenças entre os dados meteorológicos coletados em cada cidade.

Visto que ainda não foi possível validar completamente o protótipo, como foi exposto acima, as outras nove estações ainda não foram finalizadas. Entretanto, todos os chassis foram montados, bem como a fixação das caixas de sensores internos foram finalizadas.

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.

Levando em consideração o que foi exposto no relatório, conclui-se que os trabalhos futuros serão voltados para validação do protótipo e para a posterior integração de um anemômetro, que está sendo desenvolvido no CCSL-IFRN. Concluindo esses trabalhos, espera-se que o modelo esteja pronto para produção e teste de múltiplas unidades em campo, para que uma rede de estações possa ser avaliada, posteriormente com a Samanaú *Appliance*, responsável pela centralização dos dados coletados por várias estações antes da transmissão para a plataforma online. Deseja-se que a expansão dos testes de campo comporte diversas regiões do estado, inicialmente colocando uma estação de coleta em cada *campus* do IFRN, além do CRN/INPE, onde o protótipo está localizado.

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 baterias 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.

NUNES, Letícia S. Otimização do módulo de gerenciamento do painel solar e baterias da plataforma Samanaú.SAT. Relatório final de projeto de iniciação científica. 2016.

NUNES, Letícia S. Otimização do módulo de gerenciamento do painel solar e baterias da plataforma Samanaú.SAT. Relatório parcial de bolsa PIBIC. 2017.