

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

ATIVIDADES EXECUTADAS PELO(A) BOLSISTA / VOLUNTÁRIO(A) / OUTROS
NO PERÍODO DE AGOSTO DE 2020 A AGOSTO DE 2021
- COTA 2020 -

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

I - DO(A) ALUNO(A):

1 - Nome do(a) Aluno(a):

2 - Matrícula UERJ:

3 - Nome do Curso de Graduação (se for aluno do CAp-UERJ, indicar o nível de ensino):

4 - Se for externo, informar Curso e Instituição:

5 - Tempo de permanência do aluno NO PROJETO (formato da data a ser preenchida: dd/mm/aaaa) :

Número de meses:

6 - Tempo de permanência do aluno NA BOLSA (formato da data a ser preenchida: dd/mm/aaaa) :

Número de meses :

7 - Tipo de bolsa ou vínculo (marque com um X):

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Fomento UERJ (via Bradesco)

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Fomento CNPq (via Banco do Brasil)

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI)

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Ações Afirmativas CNPq
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Voluntário
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desen. Tec. e Inovação (PIBITI) - Voluntário
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior - Fomento UERJ (via Bradesco)
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior - Fomento CNPq (via Banco do Brasil)
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior - Voluntário
- Bolsa de Iniciação Científica CNPq de Edital Universal (bolsa balcão)
- Bolsa de Iniciação em Desen. Tecnológico e Inovação do CNPq de Edital Universal (bolsa balcão)
- Bolsa de Iniciação Científica de Editais FAPERJ (bolsa balcão)
- Bolsa de Iniciação Tecnológica de Editais FAPERJ (bolsa balcão)
- Outros (especifique):

II - DO ORIENTADOR:

- 1 - Nome do(a) orientador(a):
- 2 - Matrícula UERJ:
- 3 - Unidade Acadêmica:
- 4 - Se for de outra IES, informe o nome da Instituição:

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

III - DO COORIENTADOR (SE HOVER):

- 1 - Nome do(a) coorientador(a):
- 2 - Matrícula UERJ:
- 3 - Unidade Acadêmica:
- 4 - Se for de outra IES, informe o nome da Instituição:

IV - DOS COLABORADORES:

- COLABORADOR 1

- 1 - Nome:
- 2 - CPF:
- 3 - Unidade/IES (Instituição de Ensino Superior):

Docente

Pesquisador(a)

Doutorando(a)

Mestrando(a)

Graduando(a)

Outro (especifique):

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

V - DO PROJETO APROVADO PARA BOLSA(S) PIBIC (PROJETO QUE O PROFESSOR SUBMETEU NA SELIC 2020):

1 – Título do Projeto: Controle de Sistemas Incertos

Obs: Informar apoio financeiro ao projeto por agências como CNPq, FAPERJ, CAPES, FINEP, PETROBRAS, MCT:

FAPERJ

RELATÓRIO (PLANO DE TRABALHO DO ALUNO – SELIC 2020):

1 – TÍTULO DO TRABALHO DO BOLSISTA:

Modelagem, Simulação e Controle de um Sistema de Controle de Atitude em Um Eixo para Nano Satélites

2 – Principais objetivos do plano de trabalho original (plano de trabalho do bolsista) (até 2800 caracteres com espaço):

Esse projeto de iniciação científica busca modelar, simular e testar um sistema de controle de atitude em um eixo para CubeSats. Um CubeSat é um nano satélite que tem 10 centímetros de aresta cuja finalidade é desenvolver missões espaciais, tais como: sensoriamento remoto, análise espacial, análise de amostras biológicas em ambientes extremos, entre outras missões, por exemplo (Ferreira *et alli*, 2020, 2021). O sistema de controle de atitude num satélite é importante para diversas missões espaciais, tais como: direcionamento das antenas para comunicação e o apontamento de câmeras para o local desejado. Nos nano satélites, o sistema de controle de atitude utiliza rodas de reação e bobinas eletromagnéticas, o primeiro como um sistema ativo e o segundo como um sistema passivo (Affonso, 2014). Neste projeto está sendo modelado, simulado e testado um sistema de controle de atitude em um eixo utilizando roda de reação.

A roda de reação é fundamentada na Segunda Lei de Newton, aplicada em um sistema em rotação. Com isso, o princípio da conservação do momento angular se não houver nenhum torque externo sobre o mesmo, o que se verifica em satélites (Piaia, 2018). No sistema de controle de atitude existem dois corpos, a roda de reação e o satélite, ou seja, correlaciona-se as suas velocidades angulares iniciais e finais e seus momentos de inércia para tal objetivo. Neste trabalho foi realizado o controle da velocidade angular do satélite por meio da roda de reação, com a meta de estabilização do mesmo.

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

3 – Principais etapas executadas no período da bolsa, visando ao alcance dos objetivos (até 2800 caracteres com espaço):

As principais etapas executadas durante a pesquisa foram:

- Estudo sobre os sistemas de orientação de satélites;
- Estudo sobre os conceitos teóricos a cerca das rodas de reação;
- Estudo sobre giroscópios e suas aplicações;
- Desenvolvimento de um modelo para dinâmico para o controle proporcional de atitude no *software* Scilab;
- Desenvolvimento de um modelo para simulação de atitude na linguagem de programação Python, a fim de aprofundar o conhecimento acerca do assunto;
- Estudo acerca da ponte H para o controle do motor CC, realizando testes de continuidade para que seja entendido o diagrama elétrico do mesmo;
- Desenvolvimento de um algoritmo no Arduino juntamente com a ponte H e o motor CC para validação de controle com modulação por largura de pulso do mesmo;
- Estudos acerca do módulo GY-87 que contém alguns sensores, com foco no girômetro MPU6050 e o magnetômetro HMC-5833L;
- Estudo sobre o algoritmo de medição de orientação utilizando o magnetômetro;
- Desenvolvimento de um algoritmo para realizar o controle do motor CC a partir de medições do girômetro;
- Estudo sobre o módulo de HC12 de comunicação por rádio com o objetivo de receber os dados do microcontrolador via telemetria;
- Desenvolvimento de um código no Python para coletar os dados da telemetria para desenhar gráficos em tempo real com informações acerca do satélite, tais como: angulação e velocidade angular;
- Integração dos circuitos eletrônicos, Figura 1;
- Desenho de um CAD do sistema de suporte para a realização de testes de controle de atitude em um eixo, Figura 2;
- Integração da implementação eletrônica e com a mecânica, Figura 3;
- Realização de experimentos preliminares.

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

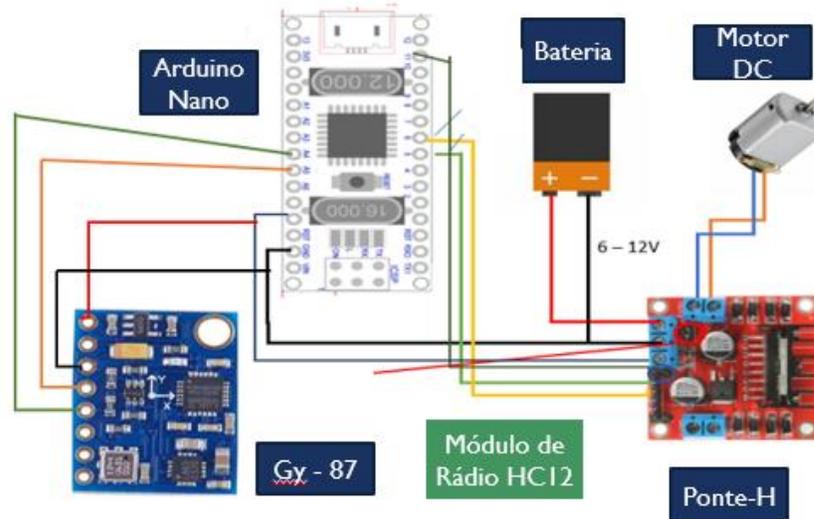


Figura 1: Diagrama eletrônico de interconexões dos módulos.



Figura 2: CAD da construção mecânica.

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

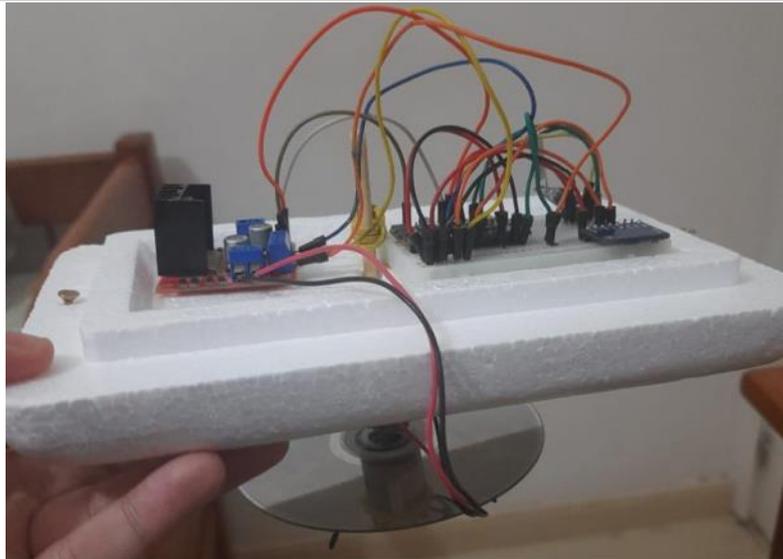


Figura 3: Integração eletrônica e mecânica.

4 – Apresentação e discussão sucinta dos principais resultados obtidos (até 2800 caracteres com espaço):

Foram obtidos resultados de simulações realizadas pelo Scilab por meio de diagramas de blocos Xcos. Foram realizados testes utilizando os módulos GY87 e HC12 juntamente com o Arduino Nano, ponte H e motor CC para a verificação dos conceitos de conservação de momento angular, medição de atitude em um eixo e telemetria. Foi simulado o controle proporcional da velocidade de rotação, cujo diagrama se encontra na Figura 4. Para tal, o objetivo foi comandar a velocidade da roda de reação para que a velocidade do satélite convergisse para zero. Com isso se obteve resultados da variação angular do satélite, descrita na Figura 5, e das velocidades angulares dos corpos, descritas na Figura 6.

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

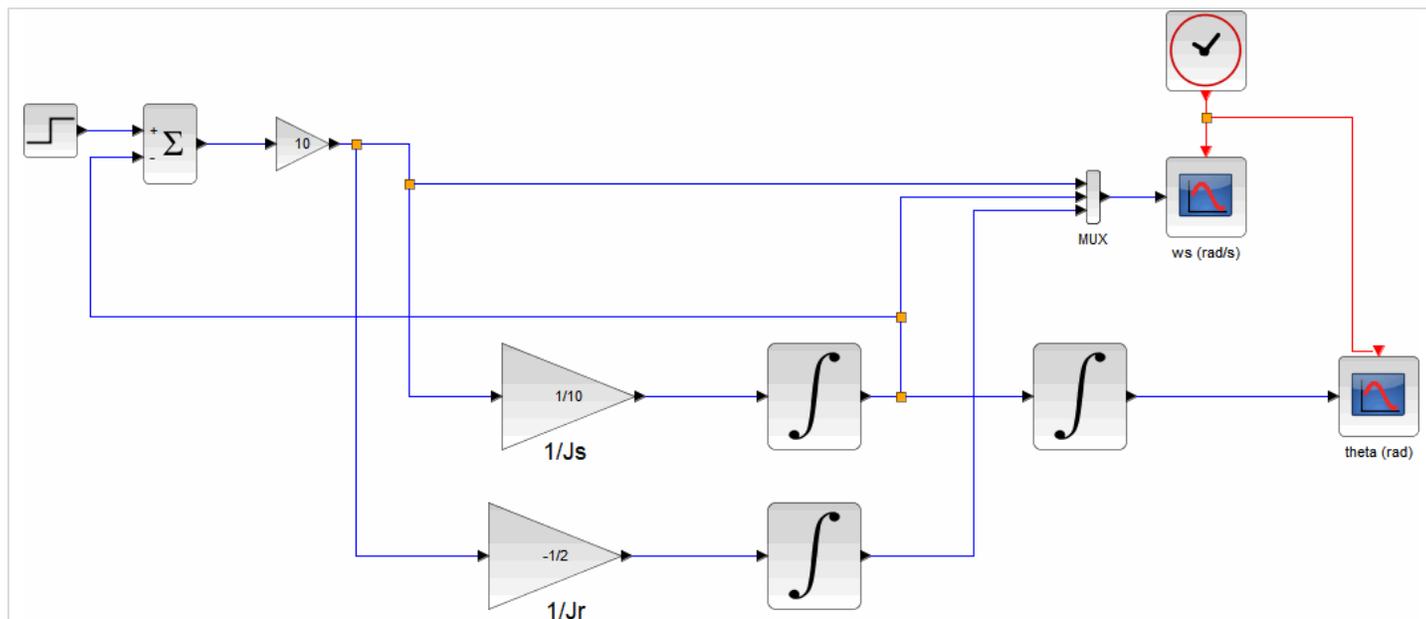


Figura 4: Diagrama de blocos da simulação.

No diagrama da Figura 4 foram considerados parâmetros como velocidade angular inicial do satélite igual a 15 rad/s, velocidade angular inicial da roda de reação igual a 0 rad/s, ganho proporcional igual a 10 e os momentos de inércia do satélite e da roda de reação são 10 kg m² e 2 kg m², respectivamente.

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

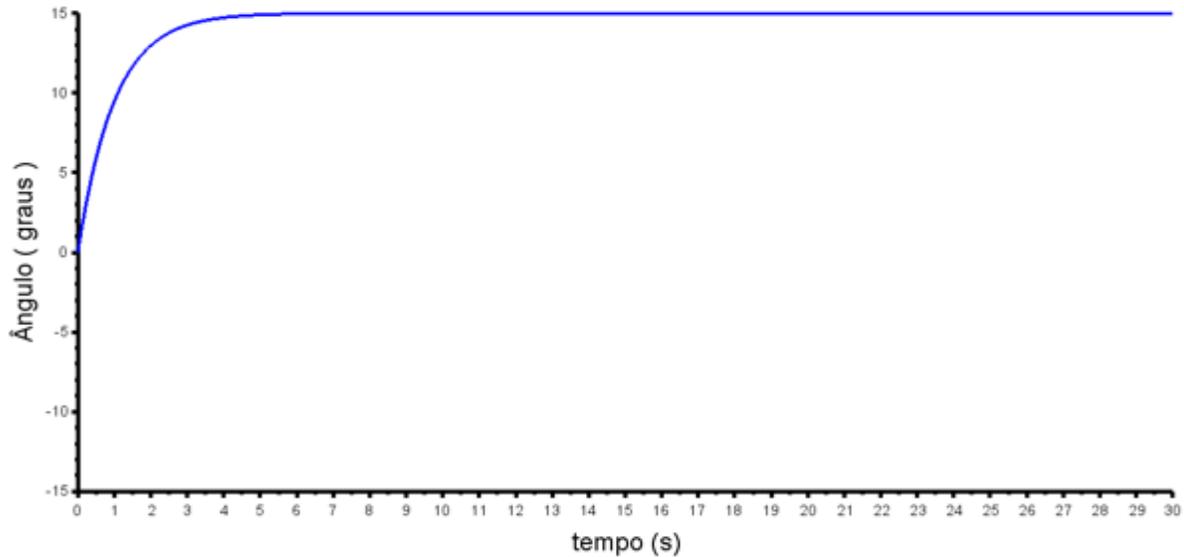


Figura 5: Angulação do satélite.

Percebe-se que na Figura 5, a angulação do satélite converge para 15 graus a partir do ponto de partida da simulação. Percebe-se também, tanto na Figura 5 como na Figura 6, que o tempo de convergência foi de aproximadamente 4 segundos.

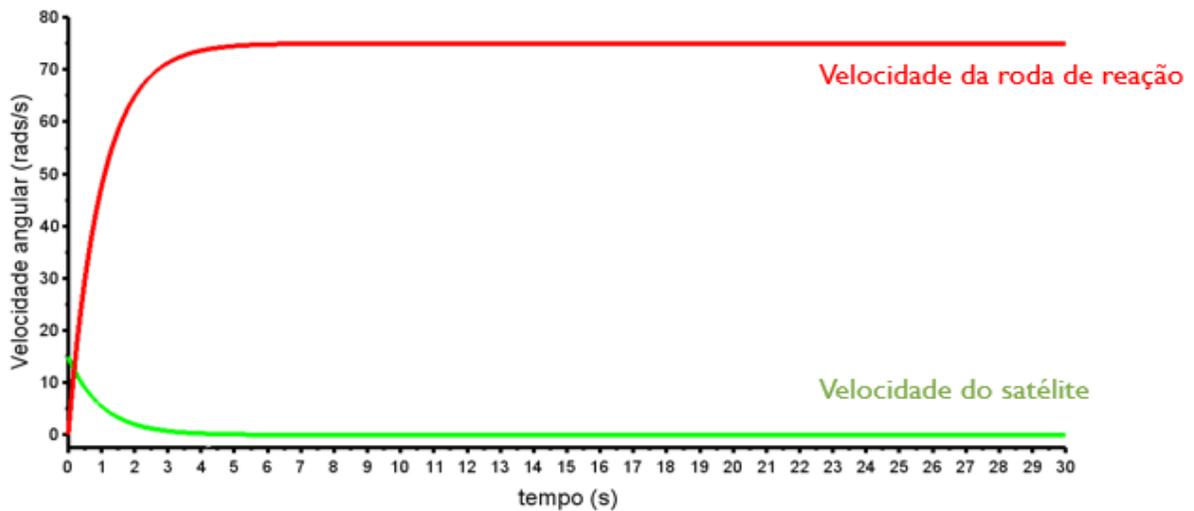


Figura 6: Velocidades angulares dos corpos.

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

Os resultados experimentais foram obtidos a partir da construção mecânica na Figura 3, no qual foi testado o conceito de conservação do momento angular do sistema. A angulação do satélite foi transmitida via telemetria, pelo módulo de rádio HC12. Um programa codificado em Python possibilitou visualização em tempo real do comportamento do sistema, como na Figura 7.

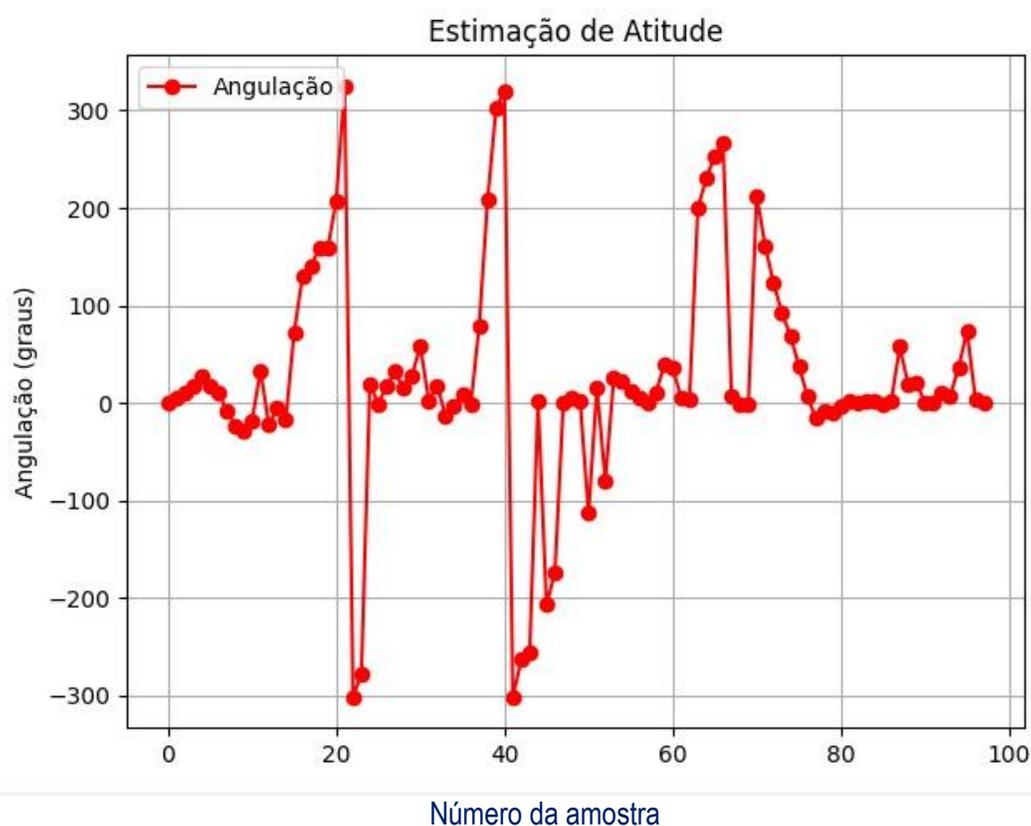


Figura 7: Dados recolhidos do experimento

Na Figura 7 é apresentada a posição angular do satélite com referência ao seu ponto de partida no experimento, de tal forma que foi implementado o conceito de controle proporcional. Percebe-se na Figura 7 que, em alguns momentos tais como entre 20 segundos e 40 segundos, a angulação do satélite apresenta pouca variação, o que indica a convergência durante esse tempo.

Além disso, na construção da Figura 3, foram colocadas cargas nos extremos da roda de reação para maior momento de inércia e, conseqüentemente, maior efeito de conservação do momento angular.

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

5 – Relacione os principais fatores negativos e positivos que interferiram na execução do projeto.

A. FATORES POSITIVOS (até 2800 caracteres com espaço):

- Rápida comunicação com o orientador;
- Disponibilidade de materiais de testes e de estudo fornecidos pelo orientador;
- Comentários constantes sobre o trabalho por parte do orientador.

B. FATORES NEGATIVOS (até 2800 caracteres com espaço):

Devido à pandemia, alguns fatores pesaram, tais como:

- Falta de acesso ao laboratório;
- Dificuldade para a aquisição de componentes para a construção mecânica.

VI – Informe se houve produção científica.

- Três (03) mais importantes trabalhos publicados e/ou aceitos para publicação:

Ferreira, V., **Alves, S. P. D. (Bolsista de I.C.)**, Sousa, C. C., Pinheiro, G. R. V., Teixeira, L. C. R. S. and Salomão, A. L.S. (2021). Image System for Microalgae Culture Monitoring in a Cubesat, *in: Iranian Journal of Energy & Environment*.

- Três (03) mais importantes apresentações em Congressos

Ferreira, V., **Alves, S. P. D. (Bolsista de I.C.)**, Sousa, C. C., Pinheiro, G. R. V., Teixeira, L. C. R. S. and Salomão, A. L.S. (2020). Image System for Microalgae Culture Monitoring in a Cubesat, *in: 4th Workshop de Cubesats da América Latina – IAA (International Academy of Astronautics)*.

- Três (03) mais importantes trabalhos publicados e/ou aceitos para publicação (do projeto em geral):

Não se aplica.

- Três (3) mais importantes apresentações em Congressos (do projeto em geral):

Não se aplica.

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

VII - Houve atividades desenvolvidas em outras IES (Instituição de Ensino Superior):

NÃO

VIII - Autoavaliação do bolsista (escala de 1 a 10):

- | | |
|--|---------------------------------|
| a) Dedicção: | <input type="text" value="9"/> |
| b) Capacidade de trabalho em equipe: | <input type="text" value="10"/> |
| c) Iniciativa: | <input type="text" value="10"/> |
| d) Autonomia | <input type="text" value="9"/> |
| e) Amadurecimento acadêmico | <input type="text" value="9"/> |
| f) Competência técnica | <input type="text" value="8"/> |
| g) Desenvolvimento de espírito crítico | <input type="text" value="8"/> |
| h) Domínio do tema de pesquisa | <input type="text" value="8"/> |
| i) Domínio da metodologia de pesquisa | <input type="text" value="8"/> |
| J) Capacidade criativa e inovadora | <input type="text" value="8"/> |
| K) Domínio da escrita | <input type="text" value="7"/> |
| L) Desempenho nas disciplinas | <input type="text" value="7"/> |

Observações adicionais (até 2000 caracteres com espaço):

Não há.

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

IX - Avaliação do bolsista pelo orientador (escala de 1 a 10):

a) Dedicção:	<input type="text" value="8"/>
d) Capacidade de trabalho em equipe:	<input type="text" value="8"/>
e) Iniciativa:	<input type="text" value="9"/>
d) Autonomia:	<input type="text" value="8"/>
e) Amadurecimento acadêmico:	<input type="text" value="7"/>
f) Competência técnica:	<input type="text" value="8"/>
g) Desenvolvimento de espírito crítico:	<input type="text" value="8"/>
h) Domínio do tema de pesquisa:	<input type="text" value="8"/>
i) Domínio da metodologia de pesquisa:	<input type="text" value="7"/>
J) Capacidade criativa e inovadora:	<input type="text" value="9"/>
K) Domínio da escrita	<input type="text" value="7"/>
L) Desempenho nas disciplinas	<input type="text" value="7"/>

Observações adicionais (até 2000 caracteres com espaço):

O bolsista propôs este tema que achei muito interessante. A criatividade e iniciativa do bolsista para a realização do experimento me surpreenderam de forma muito positiva. Espero que ele tenha sucesso no controle da orientação de pelo menos um grau de liberdade.

*Rio de Janeiro, 15 de setembro de 2021.
Bolsista: Samuel Pereira Deccache Alves
Orientador: José Paulo Vilela Soares da Cunha*

PIBIC / PIBITI / ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno(a)
XXX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2021”

Referências:

Affonso, P. H. D. V.. (2014), Sistema de Controle de Atitude de Baixo Custo usando Rodas de Reação, Trabalho de Conclusão de Curso, USP, São Paulo. Disponível em: http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/97/970010/tce-25082014-152952/publico/Affonso_Pedro_Henrique_Dalmolin_de_Vasconcelos.pdf

Piaia, G. A. (2018), Desenvolvimento de Um Controlador PID com Auto Sintonia usando Redes Neurais Artificiais e Regressão Não-Linear Robusta para o Controle de Atitude de Um Simulador de Satélites com Rodas de Reação, Trabalho de Conclusão de Curso, UNISINOS, Rio Grande do Sul. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332686408_DESENVOLVIMENTO_DE_UM_CONTROLADOR_PID_COM_AUTO_SINTONIA_USANDO_REDES_NEURAI_ARTIFICIAIS_E_REGRESSAO_NAO-LINEAR_ROBUSTA_PARA_O_CONTROLE_DE_ATITUDE_DE_UM_SIMULADOR_DE_SATELITES_COM_RODAS_DE_REACAO

ORIENTAÇÕES SOBRE ESTE RELATÓRIO:

- O Relatório deve ser elaborado pelo bolsista em conformidade com o formato acima e, principalmente, de acordo com o plano de trabalho do bolsista proposto na SELIC 2020, apresentando redação científica. Devem ser enfatizados os resultados alcançados;
- O Relatório deve ser analisado pelo orientador antes de chancelada a inscrição;
- O bolsista deve informar no relatório de atividades (item VI) sua participação em eventos científicos e/ou na produção de resumos ou artigos científicos (estas informações devem constar no Currículo Lattes);
- Informações complementares que considerar relevantes para julgamento do seu desempenho no período de agosto de 2020 a agosto de 2021, como, por exemplo, o desempenho acadêmico, dificuldades encontradas na execução do projeto, alterações nas metas e objetivos devem ser incluídas nas observações do item VIII;
- O Relatório deve estar em formato PDF.