



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

ATIVIDADES EXECUTADAS PELA BOLSISTA NO PERÍODO DE AGOSTO DE 2023 A JUNHO DE 2024 - COTA 2022 -

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

I - DA ALUNA:

1 - Nome da Aluna:	Diana Fontão Teixeira
2 - Matrícula UERJ:	202010091411
3 - Nome do Curso de Graduação:	Engenharia Elétrica
4 - Se for externo, informar Curso e Instituição:	Não se aplica.
5 - Tempo de permanência do aluno <u>NO PROJETO</u> (formato da data a ser preenchida: dd/mm/aaaa) :	14/04/2023
Número de meses:	14
6 - Tempo de permanência do aluno <u>NA BOLSA</u> (formato da data a ser preenchida: dd/mm/aaaa) :	14/04/2023
Número de meses :	14



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

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

- ☒ 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)
- ☐ 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)



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

☐ Bolsa de Iniciação Tecnológica de Editais FAPERJ (bolsa balcão)

☐ Outros (especifique):

II - DO ORIENTADOR:

1 - Nome do orientador: José Paulo Vilela Soares da Cunha

2 - Matrícula UERJ: 32.640-5

3 - Unidade Acadêmica: Faculdade de Engenharia (FEN)

4 - Se for de outra IES, informe o nome da Instituição: Não se aplica.

V - DO PROJETO APROVADO PARA BOLSA(S) PIBIC (PROJETO QUE O PROFESSOR SUBMETEU NA SELIC 2022):

1 – Título do Projeto: Controle e Estimação em Sistemas Dinâmicos Incertos

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

FAPERJ



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

RELATÓRIO (PLANO DE TRABALHO DA ALUNA – SELIC 2022):

1 – TÍTULO DO TRABALHO DA BOLSISTA:

Girassol: Explorando a Energia Fotovoltaica em Bases Móveis

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

O presente projeto visa estudar uma forma de aplicação da energia fotovoltaica em embarcações marítimas, investigando a viabilidade de ganho de energia caso o painel fotovoltaico esteja sofrendo tanto com a oscilação da embarcação (de forma mais rápida), quanto com o movimento solar que ocorre lentamente. Tradicionalmente, os painéis fotovoltaicos são instalados em bases fixas, e em alguns casos, são empregadas bases móveis com mobilidade limitada para compensar a mudança da inclinação dos raios solares e, assim, melhor aproveitar a luz solar ao longo do dia.

O foco principal desta pesquisa é entender de forma aprofundada o comportamento de um painel fotovoltaico em situações adversas, de forma a relacionar suas propriedades físicas com os resultados obtidos. Dessa forma, é possível aumentar o rendimento energético desta aplicação específica e contribuir de forma positiva a novos avanços tecnológicos nesta área. Para atingir este objetivo, é essencial compreender o funcionamento das painéis fotovoltaicos instalados em bases fixas para estudar os efeitos do movimento.



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

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 o efeito fotovoltaico;
- Estudo sobre a produção de painéis solares;
- Estudo sobre os movimentos da Terra e sua influência no ganho de energia;
- Estudo sobre a aplicação de painéis fotovoltaicas em bases fixas;
- Estudo do *software* Scilab;
- Esquematização do funcionamento do painel sobre a base móvel;
- Formulação matemática do fluxo de potência luminosa a partir da correção do ângulo de desalinhamento;
- Estudo sobre o atrito e seus coeficientes;
- Formulação matemática da potência perdida para a correção do ângulo de desalinhamento;
- Geração de gráfico para a visualização do máximo ganho de potência;
- Formulação matemática para obter o máximo ganho de potência.

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

A Figura 1 apresenta a disposição de ângulos referentes ao estudo do movimento do painel fotovoltaico montado sobre uma base móvel para a compensação dos movimentos de uma embarcação.

PIBIC / PIBITI / ICJr

**Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna
XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC UERJ 2024”**

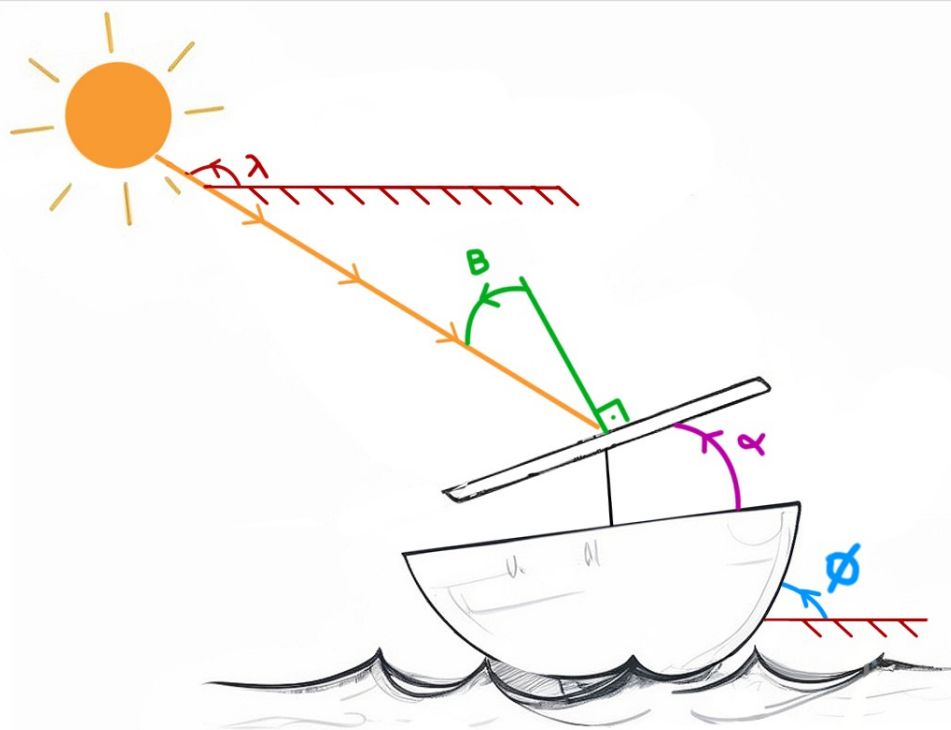


Figura 1 – Esquemática dos ângulos atuantes na painel solar.

A princípio, foi considerada apenas a influência da angulação entre os raios solares e a normal da painel fotovoltaica (β), a fim de analisar os resultados obtidos.

Ganho de potência:

$$W = \int_0^t I_{max} \cdot \cos(B) dt$$

$$B = \lambda - \phi - \alpha$$



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

Como o foco de estudo é a oscilação da embarcação, que é um movimento rápido, e não o movimento da Terra em relação ao Sol (dado por λ), considera-se nulos esse movimento lento.

Ângulo de oscilação entre o barco e o solo:

$$\phi = A \sin(\omega t)$$

Ângulo de correção para manter a placa em seu estado de maior produção de energia:

$$\alpha = \bar{A} \sin(\omega t)$$

No decorrer do desenvolvimento, encontrou-se uma integral não solucionável por meios usuais, de forma que seria mais simples e efetivo utilizar a série de Taylor para aproximar o cosseno a fim de contornar esta dificuldade:

Série de Taylor para cosseno:

$$\cos(x) = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots$$

Podemos substituir cosseno pela sua aproximação:

$$1 - \frac{((A - \bar{A}) \sin(\omega t))^2}{2} + \frac{((A - \bar{A}) \sin(\omega t))^4}{24}$$



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

Como resultado final, encontra-se:

$$P_{ganho} = \left(1 - \frac{(A - \bar{A})^2}{4} + \frac{(A - \bar{A})^4}{64}\right) \cdot I_{max}$$

Perda de potência:

O fator de atrito pode se dividir em duas equações, que serão ambas incluídas para abranger diferentes tipos de atrito:

$$W_{AT} = \int_0^t P_{atrito} dt \quad (1)$$

$$P_{atrito} = \frac{\partial \alpha}{\partial t} \cdot \tau_{atrito} \quad (2)$$

$$\tau_{atrito} = \text{Fator de atrito}$$

$$\tau_{atrito} = B \cdot \frac{\partial \alpha}{\partial t} = F_{atrito} \cdot \text{sign}\left(\frac{\partial \alpha}{\partial t}\right)$$

Onde o coeficiente de atrito viscoso B e a força de atrito seco F_{at} são dados. É possível realizar as duas integrais separadamente, a fim de se obter a soma dos efeitos de ambos os tipos de atrito, que resultam:

$$P_{at} = \frac{2F_{at}\bar{A}w}{\pi} + \frac{B\bar{A}^2w^2}{2}$$



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

A partir desse resultado, pode-se obter a expressão da potência resultante:

$$P = \left(1 - \frac{(A - \bar{A})^2}{4} + \frac{(A - \bar{A})^4}{64}\right) \cdot I_{max} - \frac{2F_{at}\bar{A}w}{\pi} + \frac{B\bar{A}^2w^2}{2}$$

Pode-se observar isso graficamente ao variar ambos os coeficientes de atrito de 0 a 500, com intervalos de 50, conforme Figura 2. A primeira curva do gráfico (superior) é correspondente a potência resultante sem nenhum atrito, e a última curva do gráfico (inferior) é relativa aos dois coeficientes de atrito valerem $B=500$ Ns/rad e $F_{at}=500$ N. Nestes gráficos foram usados os seguintes valores dos demais parâmetros: amplitude das oscilações do barco $A=0,5$ rad, frequência das oscilações $\omega=0,5$ rad/s e a máxima potência luminosa incidente no painel $I_{max}=1100$ W.

PIBIC / PIBITI / ICJr

**Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna
XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
“SEMIC UERJ 2024”**

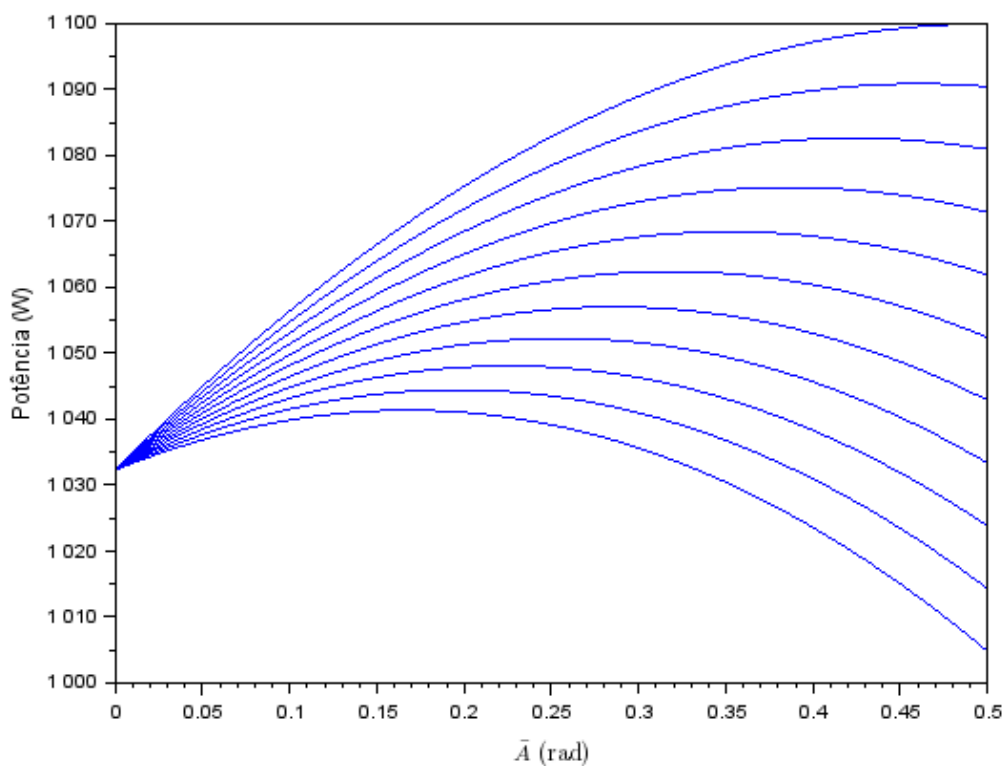


Figura 2 – Gráfico de potência resultante em relação à amplitude do ângulo de correção.

Para obter o máximo de uma função, podemos igualar a sua derivada a zero, encontrando o valor da variável. Ao aplicar estes passos na função resultante, tem-se:



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

$$\frac{dP}{d\bar{A}} = \left(\frac{1}{2}(A - \bar{A}) - \frac{(A - \bar{A})^3}{16} \right) - \frac{2F_{at}w}{\pi} + w^2 B \bar{A}$$

Isolando-se as variáveis do lado esquerdo:

$$-(A - \bar{A})^3 + 8(A - \bar{A}) + 16w^2 B \bar{A} = \frac{32F_{at}w}{\pi}$$

A partir desse passo, concluiu-se que seria melhor eliminar a aproximação de quarta ordem da série de Taylor, de forma que a amplitude do sinal de correção para obter a máxima potência se consolidasse em uma fórmula fechada:

$$\bar{A} = \frac{(4F_{at}w - A I_{max} \pi)}{(\pi(2Bw^2 - I_{max}))}$$

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

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

- Comunicação rápida com o orientador, que respondeu prontamente todas as minhas solicitações.



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

- A disponibilidade e ajuda de outros professores para a execução do projeto, respondendo minhas dúvidas e aprofundando meu conhecimento.
- A disponibilidade de tempo para reuniões também foi muito importante.

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

- A dificuldade de acessar o laboratório no período da manhã.
- A dificuldade de tempo para desenvolver o projeto, devido a disciplinas da Graduação.
- A grande dificuldade em encontrar artigos relevantes sobre o tema, o que prejudicou o embasamento do projeto. Futuramente, pretende-se melhorar a busca bibliográfica.

VI – Informe se houve produção científica no período:

☒ Não houve produção científica da aluna no período.

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

Não se aplica.

- Três (03) mais importantes apresentações em Congressos (do aluno):

Não se aplica.

- 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 da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

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

☒ Não.

☐ SIM. Qual?

Não se aplica.

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

a) Dedicação:	10
b) Capacidade de trabalho em equipe:	8
c) Iniciativa:	10
d) Autonomia	8
e) Amadurecimento acadêmico	9
f) Competência técnica	8
g) Desenvolvimento de espírito crítico	10
h) Domínio do tema de pesquisa	10
i) Domínio da metodologia de pesquisa	10
J) Capacidade criativa e inovadora	10
K) Domínio da escrita	9



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

L) Desempenho nas disciplinas

8

Observações adicionais (até 2000 caracteres com espaço):

Não há.

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

a) Dedicação:

8

b) Capacidade de trabalho em equipe:

9

c) Iniciativa:

10

d) Autonomia:

9

e) Amadurecimento acadêmico:

9

f) Competência técnica:

10

g) Desenvolvimento de espírito crítico:

9

h) Domínio do tema de pesquisa:

10

i) Domínio da metodologia de pesquisa:

9

J) Capacidade criativa e inovadora:

10

K) Domínio da escrita

10



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

L) Desempenho nas disciplinas

9

Observações adicionais (até 2000 caracteres com espaço):

O tema deste trabalho foi desenvolvido a partir de conversas com a bolsista. Foi muito motivador e desafiador, pois até o momento não encontramos referências sobre o tema, que me parece negligenciado.

Todos os painéis fotovoltaicos instalados em embarcações são fixos, até onde é do meu conhecimento. Geralmente são instalados horizontalmente, o que garante boa captação da luz solar quando o Sol está acima da embarcação, pois os raios solares estão alinhados com a vertical. Entretanto, quando o balanço do barco excitado pelas ondas e ventos for grande e quando o Sol estiver mais baixo no horizonte, a captação de luz poderá ser significativamente atenuada. É nessas situações extremas que este trabalho encontraria aplicação. Naturalmente, a compensação do movimento do painel seria vantajosa se não houvesse perdas nos mecanismos da base causadas pela sua movimentação. Seria vantajoso mover o painel para acompanhar esses movimentos? O gasto de energia para compensar esses movimentos superaria a energia adicional convertida pelo painel? Como controlar a compensação do movimento do painel para aumentar a captação de energia? São questões que parecem estar em aberto, cuja abordagem foi iniciada neste trabalho.

Rio de Janeiro, 08 de julho de 2024.

Bolsista: Diana Fontão Teixeira

Orientador: José Paulo Vilela Soares da Cunha

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 2022, apresentando redação científica. Devem ser enfatizados os resultados alcançados;
- O Relatório deve ser analisado pelo orientador antes de ser cancelada 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);



PIBIC / PIBITI / ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa da Aluna XXXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC UERJ 2024”

- Informações complementares que considerar relevantes para julgamento do seu desempenho no período de agosto de 2023 a junho de 2024, 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.