



Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



Manual de atividades: experimentos de Astrobiologia



FEIRA DE SANTANA

2020

RAFAEL RAMOS LONGUINHOS

Manual de atividades: experimentos de Astrobiologia

Produto Educacional desenvolvido no Curso de Pós-Graduação de Astronomia – Mestrado Profissional do Departamento de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Orientador: Dr. Mirco Ragni

Coorientadora: Dra. Vera Aparecida F. Martin

FEIRA DE SANTANA

2020

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Longuinhos, Rafael Ramos
L847m Manual de atividades: experimentos de Astrobiologia / Rafael Ramos
Longuinhos. – Feira de Santana, 2020.
21p.: il.

Produto educacional desenvolvido no curso de Pós-Graduação em
Astronomia sob a orientação de Mirco Ragni e coorientação de Vera
Aparecida Fernandes Martin.

1. Astrobiologia – Experimentos. I. Título.

CDU: 133.52:57

Rejane Maria Rosa Ribeiro – Bibliotecária CRB-5/695

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	04
ATIVIDADE EXPERIMENTAL I.....	05
1 Introdução.....	05
2 Objetivo.....	05
3 Unidades temáticas relacionadas às Ciências Naturais que podem ser discutidas neste experimento.....	06
4 Materiais necessários.....	06
5 Metodologia.....	07
5.1 Etapas procedimentais.....	07
6 Resultados.....	08
6.1 Resultados esperados.....	08
6.2 Resultados obtidos pelo autor deste manual.....	08
7 Exercício(s) sugerido(s) aos estudantes.....	10
7.1 Exercício I: observação dos sistemas construídos.....	10
7.2 Exercício II: estudo dirigido.....	11
Referências.....	13
ATIVIDADE EXPERIMENTAL II.....	14
1 Introdução.....	14
2 Objetivo.....	15
3 Unidades temáticas relacionadas às Ciências Naturais que podem ser discutidas neste experimento.....	15
4 Materiais necessários.....	16
5 Metodologia.....	16
6 Resultados esperados.....	16
6.1 Resultados esperados.....	16
6.2 Resultados obtidos pelo autor deste manual.....	17
7 Exercício(s) sugerido(s) aos estudantes.....	18
7.1 Exercício I: observação dos sistemas construídos.....	18
7.2 Exercício II: estudo dirigido.....	19
Referências.....	19
TERMO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	20

APRESENTAÇÃO

Caros colegas professores e professoras,

É com satisfação que apresento-lhes o *Manual de atividades: experimentos de Astrobiologia*, um dos três produtos educacionais elaborados durante a execução do projeto de pesquisa intitulado *Divulgação Científica em Astrobiologia por meio de exposição como promotora do ensino interdisciplinar entre Biologia, Física e Química*, desenvolvido no curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* de Astronomia, **Mestrado Profissional** do Departamento de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Este manual de atividades é composto por dois roteiros de experimentos para a criação de simulações, haja vista que as simulações podem servir de instrumento pedagógico para o desenvolvimento de processos de ensino e aprendizagem cada vez mais lúdicos e significativos.

O primeiro roteiro incentiva a montagem de sistemas para o cultivo do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) em condições extremófilas. Por meio dele, os estudantes perceberão a possibilidade de simularmos o cultivo de sementes de *P. vulgaris* sob condições extremas, verificando e discutindo quais fatores favorecem a manutenção da vida no planeta Terra.

O segundo roteiro experimental propõe que estudantes e professores realizem o cultivo do *P. vulgaris* em ambientes cuja incidência de luminosidade solar ocorra de maneira variável (ambientes claro e escuro). O objetivo deste experimento consiste na avaliação da importância que a luz, em especial a luz solar, possui durante o desenvolvimento dos vegetais desde a germinação das sementes até o seu mais avançado estágio de vida.

Enfim, considerando que este manual surgiu da tentativa de implementar um método de ensino e aprendizagem que fosse significativo e que atendesse a demanda de um público discente tão heterogêneo e questionador, como ao encontrado no Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC), instituição de educação que o autor deste trabalho desempenha a sua prática docente. Diante disso, espera-se haja a consolidação dos conhecimentos acerca das disciplinas de Biologia, Física e Química, utilizando a Astrobiologia como temática transversal.

Feira de Santana, BA, agosto de 2020.

O autor.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL I

SIMULANDO O CULTIVO DE FEIJÃO-COMUM EM CONDIÇÕES EXTREMÓFILAS

1 INTRODUÇÃO

Simulações podem servir de instrumento pedagógico para o desenvolvimento de processos de ensino e aprendizagem cada vez mais lúdicos e eficazes, pois “[...] podem acelerar o desenvolvimento do raciocínio lógico-formal e da criatividade do educando, através da ressignificação daquela realidade prática representada no simulador e/ou simulação [...]” (MOURA, 2014, p. 4).

Simular o cultivo de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) em condições extremófilas permite aos estudantes a construção de conceitos sobre ambientes e organismos extremófilos, bem como entender sob quais condições edáficas e físico-químicas a vida no planeta Terra se mantém até os dias atuais.

Tais ambientes possuem condições ambientais tão inóspitas que nos faz refletir acerca dos limites físico-químicos e edáficos que possibilitam a manutenção da vida tal qual a reconhecemos e classificamos no planeta Terra, favorecendo, dessa forma, as missões espaciais que visam encontrar evidências de seres vivos extraterrestres (PAULINO-LIMA, 2010).

Acredita-se que os estudantes consigam, na prática, compreender que extremófilos são um grupo de organismos que estão adaptados a sobreviverem em ambientes extremos, cujas condições físicas e geoquímicas são consideradas não favoráveis à maioria dos seres vivos em nosso planeta, ou seja, que “organismos que habitam ecossistemas extremos são denominados extremófilos.” (SANTIAGO, 2015, p. 26).

2 OBJETIVO

Simular o cultivo de sementes de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) sob condições extremófilas para verificar quais fatores favorecem a manutenção da vida no planeta Terra.

3 UNIDADES TEMÁTICAS RELACIONADAS ÀS CIÊNCIAS NATURAIS QUE PODEM SER DISCUTIDAS NESTE EXPERIMENTO

BIOLOGIA	QUÍMICA	FÍSICA
<ul style="list-style-type: none"> + Osmorregulação, + Biologia Celular, + Bioquímica Celular, + Fisiologia Vegetal, + Homeostasia, + Morfologia Vegetal. 	<ul style="list-style-type: none"> + Funções químicas: ácidos, sais e bases, + pH, + Misturas, + Soluções. 	<ul style="list-style-type: none"> + Calor, + Temperatura, + Luz.

Ao apresentar a relação das unidades temáticas acima, cabe ressaltar que o(a) professor(a) não é obrigado(a) a inserir todas as temáticas em uma aula, ciclo ou série do Ensino Médio. Aqui, apresentamos apenas sugestões de temas que, dependendo da série, o(a) professor(a) poderá mobilizar conceitos de uma ou mais unidades temáticas quando estiver executando este roteiro de experimento com seus estudantes.

4 MATERIAIS NECESSÁRIOS

- + 05 Copos descartáveis transparentes (também é possível fazer com garrafa PET),
- + Fita adesiva ou esparadrapo (para etiquetar os copos),
- + Porção de solo agricultável,
- + Água potável,
- + 250 g de sal de cozinha (NaCl) – para utilizar no sistema halófilo,
- + 10 limões – utilizar um fruto por dia para fazer o suco de limão diariamente,
- + 100 g de bicarbonato de sódio em pó (NaHCO₃) – para o sistema alcalinófilo,
- + 15 sementes de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*),
- + Termômetro (para aferir a temperatura da água que será utilizada no meio termófilo),
- + 01 repolho roxo para fazer o suco que será utilizado como Indicador de pH – aferir o pH das soluções utilizadas nos sistemas acidófilos e alcalinófilos.

5 METODOLOGIA

O experimento consiste na tentativa de se cultivar sementes de feijão em recipientes (nos copos descartáveis) contendo solo fértil. As sementes de feijão foram escolhidas, porque possuem um curto ciclo de vida, favorecendo a obtenção de resultados em um período menor em relação aos outros tipos de sementes.

Para simular a presença de seres vivos como conhecemos, inseridos em um ambiente extremo, cada recipiente será regado de maneira distinta por um período de 10 dias, ininterruptamente. Haverá 05 sistemas (controle, halófilo, termófilo, acidófilo e alcalinófilo)

5.1 Etapas procedimentais

- 1º) Inserir solo (de mesma origem) nos 05 copos descartáveis.
- 2º) Etiquetar cada um dos cinco copos em sistemas: controle, meio halófilo, meio termófilo, meio acidófilo e meio alcalinófilo.
- 3º) Cultivar 03 sementes saudáveis de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) em cada um dos cinco sistemas de cultivo.
- 4º) Colocar os cinco sistemas em um local sombreado ou com baixa incidência luminosa. É preciso que todos estejam em um mesmo local.
- 5º) Definir um horário específico e regar diariamente cada um dos cinco recipientes por um período de 10 dias, seguindo as orientações abaixo:

I. Sistema Controle: 20mL de água da torneira;

II. Sistema Halófilo: 20mL de solução de água e uma colher de sal de cozinha (NaCl);

III. Sistema Termófilo: 20mL de água quente (aproximadamente 40 °C);

IV. Sistema Acidófilo: 20mL de suco de limão (utilizar um limão por dia para fazer o suco – mistura de sumo de limão com um pouco de água da torneira);

V. Sistema Alcalinófilo: 20mL de solução de água com 10g de bicarbonato de sódio (vende-se o pacotinho de 10g em mercados).

6 RESULTADOS

6.1 Resultados esperados

Espera-se que os estudantes observem e possam concluir ao longo dos 10 dias de experimento que os vegetais, assim como qualquer outro ser vivo, possuem adaptações específicas que os possibilitam viver em meios cujas condições ambientais são ideais e favoráveis ao seu desenvolvimento e reprodução.

Com este experimento, os estudantes perceberão que os ambientes simulados expõem condições tão inóspitas que nos faz refletir sobre os limites biológicos e físico-químicos que possibilitam a manutenção da vida tal qual a conhecemos e classificamos em nosso planeta (PAULINO-LIMA, 2010).

Em cada sistema, espera-se alcançar os resultados apresentados no Quadro 01.

Quadro 01. Resultados esperados do cultivo de feijão-comum em condições extremófilas.

SISTEMAS	RESULTADOS ESPERADOS EM CADA SISTEMA
Controle	Crescimento vegetal normal.
Halófilo	A semente não germinará.
Termófilo	A semente não germinará.
Acidófilo	A semente não germinará.
Alcalinófilo	A semente não germinará.

Fonte: O autor.

6.2 Resultados obtidos pelo autor deste manual

As sementes do *P. vulgaris* foram cultivadas em 05 recipientes plásticos no dia 02/11/2019, no turno vespertino, por volta das 14h. Inseriu-se em todos os recipientes solo de mesma origem.

No dia 05/11/2019, o sistema controle já apresentava o desenvolvimento vegetal com o presença da haste, porém, sem crescimento vertical aparente (Fig. 01); no sistema acidófilo, observou-se que a dormência da semente não tinha sido “quebrada” (Fig. 02); verificou-se no sistema alcalinófilo o escurecimento do solo, bem como o aparecimento de bolhas

(provavelmente, o gás carbônico) quando se regava o solo com uma solução de bicarbonato de sódio (Fig. 03); no recipiente halófilo, observou-se o acúmulo de cristais de sal sobre o solo, identificado pelos sólidos de coloração embranquecida presentes na superfície (Fig. 04) e; no sistema termófilo (Fig. 05) não houve germinação da semente nem alteração no aspecto físico do solo ao longo dos 10 dias de observação.

Figura 01 – Sistema controle após 03 dias do cultivo.



Fonte: O autor.

Figura 02 – Sistema acidófilo após 03 dias do cultivo.



Fonte: O autor.

Figura 03 – Sistema alcalinófilo após 03 dias do cultivo.



Fonte: O autor.

Figura 04 – Sistema halófilo após 03 dias do cultivo.



Fonte: O autor.

Figura 05 – Sistema termófilo após 03 dias do cultivo.



Fonte: O autor.

7 EXERCÍCIO(S) SUGERIDO(S) AOS ESTUDANTES

A seguir, serão apresentadas duas propostas de exercícios que poderão ser adotadas pelo(a) professor(a) como instrumento de consolidação e verificação dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes por meio deste roteiro experimental.

EXERCÍCIO I: OBSERVAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUÍDOS

1º) NO DECORRER DE 10 DIAS, VOCÊ DEVERÁ REGISTRAR NO QUADRO ABAIXO AS SUAS OBSERVAÇÕES A RESPEITO DO DESENVOLVIMENTO VEGETAL.

		SISTEMAS				
Período	Data	Controle	Halófilo	Alcalinófilo	Termófilo	Acidófilo
1º dia	___/___/___					
2º dia	___/___/___					
3º dia	___/___/___					
4º dia	___/___/___					
5º dia	___/___/___					
6º dia	___/___/___					
7º dia	___/___/___					

8º dia	___/___/___					
9º dia	___/___/___					
10º dia	___/___/___					

Fonte: O autor

EXERCÍCIO II: ESTUDO DIRIGIDO

1º) Para você, o que é vida? Comente.

2º) O que se faz necessário para um dado corpo ser considerado vivo? Comente.

3º) Para você, o que são seres extremófilos? Comente.

4º) Qual a importância dos extremófilos para a Astrobiologia? Comente.

5º) Quais as condições ambientais que favorecem a existência de vida em nosso planeta?

6º) Quais fatores devem ser considerados na busca por vida em outros astros (planetas e/ou satélites naturais)? Comente.

7º) Em sua opinião, como deveria ser o planeta mais propício para investigarmos a possibilidade de existência de vida? Comente.

8º) Por que precisamos entender o funcionamento da vida na Terra antes de buscarmos por possíveis formas de vida em outros planetas (dentro ou fora do Sistema Solar)? Comente.

9º) De que forma o entendimento sobre o funcionamento dos ecossistemas terrestres pode nos ajudar na busca de vida fora da Terra? Comente.

10º) O que você entende por planetas e/ou satélites habitáveis? Comente.

11º) Qual a importância de associar os conhecimentos da Astronomia com os da Biologia, Física e Química para a busca de possíveis seres vivos em outros planetas/satélites (naturais)? Explique.

REFERÊNCIAS

MOURA, Marcelo Collere Maciel de. **Uma proposta do uso de simulação e/ou simuladores e do lúdico, na construção do conhecimento teórico-prático dos educandos, no Curso Técnico em Agropecuária**. Vol. 2. Rio Negro, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_utfpr_dtec_pdp_marcelo_collere_maciel_de_moura.pdf. Acesso em: 11 ago. 2019.

PAULINO-LIMA, Ivan Gláucio. **Investigação das condições de sobrevivência de microrganismos extremófilos em ambientes extraterrestres simulados**. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. 256 p.

SANTIAGO, Iara Furtado. **Diversidade e Bioprospecção de fungos associados a líquens presentes em ecossistemas extremos**. 2015. 136 f. Tese (Pós-Graduação em Microbiologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL II

CULTIVO DE FEIJÃO-COMUM EM AMBIENTES SOB CONTROLE DE LUMINOSIDADE SOLAR

1 INTRODUÇÃO

Atividades práticas como o cultivo de sementes do *Phaseolus vulgaris* (feijão-comum) podem servir de instrumentos complementares ao processo de ensino e aprendizagem, oportunizando aos estudantes momentos de experiencição. O *P. vulgaris* é uma espécie vegetal pertencente ao grupo das angiospermas, classe das dicotiledôneas.

Com este experimento, os estudantes observarão o desenvolvimento das sementes do *P. vulgaris* em ambientes com presença e ausência da luminosidade, seja de quaisquer fontes, natural ou artificial. Consideram-se as folhas como os sítios primários da fotossíntese, sendo “responsáveis pela maior parte da fotossíntese, produzindo moléculas orgânicas ricas em energia e liberando oxigênio. [...] Como órgãos fotossintéticos, as folhas são maravilhosamente adaptadas para captar luz.” (SADAVA *et al.*, 2009, p. 883).

Nesse contexto, serão montados dois sistemas: um controle e outro experimental. Ao sistema de controle serão oferecidas as condições ambientais (luz, solo e de irrigação) adequadas ao pleno desenvolvimento vegetal. Já no sistema experimental serão cultivadas sementes em um ambiente sombreado ou escurecido, preferencialmente.

Segundo Sadava *et al.* (2009, p. 897) “a água e os nutrientes minerais absorvidos pelas raízes chegam às folhas passando pelos caules. Em troca, as folhas exportam produtos da fotossíntese, fornecendo um suprimento de energia química ao restante do corpo da planta.”.

Em vista disso, considera-se que:

A fotossíntese nas plantas usa a energia luminosa para a síntese de carboidratos e a liberação de oxigênio a partir de dióxido de carbono e água. A energia armazenada nos carboidratos é utilizada para realizar processos celulares na planta e serve como fonte de energia para todas as formas de vida. (TAIZ e ZEIGER, 2013, p. 194).

Com isso, acredita-se que o sistema experimental deverá ter seu desenvolvimento prejudicado pela não exposição à radiação solar ou de qualquer outra fonte luminosa. Com esse experimento, os estudantes também perceberão, na prática, a importância do Sol como fonte de

luz e calor para a manutenção da vida, especialmente dos vegetais, entes que compõem a base da cadeia alimentar dos mais diversos ecossistemas terrestres.

E, além de perceberem que “a fonte universal de energia da biosfera é o Sol” (KERBAUY, 2008, p. 82), os estudantes terão a oportunidade de refletir que “[...] toda a vida em nosso planeta é direta ou indiretamente dependente da fotossíntese dos organismos clorofilados.” (KERBAUY, 2008, p. 82), como plantas, algas e algumas espécies bacterianas.

2 OBJETIVO

Realizar o cultivo de sementes do feijão-comum em ambientes de luminosidade controlados para avaliar a importância da luz no crescimento vegetal.

3 UNIDADES TEMÁTICAS RELACIONADAS ÀS CIÊNCIAS NATURAIS QUE PODEM SER DISCUTIDAS NESTE EXPERIMENTO

BIOLOGIA	QUÍMICA	FÍSICA
<ul style="list-style-type: none"> + Fotossíntese, + Biologia Celular, + Bioquímica Celular, + Fisiologia Vegetal, + Homeostasia, + Morfologia Vegetal. 	<ul style="list-style-type: none"> + Composição química da atmosfera, + Química ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> + Luz.

Ao apresentar a relação das unidades temáticas acima, cabe ressaltar que o(a) professor(a) não é obrigado(a) a inserir todas as temáticas em uma aula, ciclo ou série do Ensino Médio. Aqui, apresentamos apenas sugestões de temas que, dependendo da série, o(a) professor(a) poderá mobilizar conceitos de uma ou mais unidades temáticas quando estiver executando este roteiro de experimento com seus estudantes.

4 MATERIAIS NECESSÁRIOS

- ✚ 06 copos descartáveis transparentes (ou garrafas PET),
- ✚ Fita adesiva ou esparadrapo (para etiquetar os copos em sistemas **A** e **B**),
- ✚ Porção de solo agricultável,
- ✚ Água potável,
- ✚ Colheres,
- ✚ 12 sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*).

5 METODOLOGIA

O presente experimento consiste no cultivo de sementes de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) em dois sistemas que serão previamente identificados com as letras **A** e **B**. Em ambos os sistemas, devem ser inseridos 02 sementes. Cada sistema constará de 03 réplicas, ou seja, deverá ser realizado 03 sistemas **A** e 03 sistemas **B**. No sistema **A**, as sementes cultivadas serão expostas diariamente à luz solar. Já no sistema **B**, as sementes não serão expostas à luz solar. Ambos os sistemas serão regados e observados por um período de 10 dias consecutivos.

Por meio das observações do desenvolvimento vegetal em condições ambientais distintas, objetiva-se a promoção de discussões acerca da importância da luz solar para a manutenção da vida dos vegetais e das algas, bem como dos demais seres vivos. É possível, também, discutir temas como: fotossíntese; ondas eletromagnéticas; reações químicas para a formação do gás oxigênio, do gás carbônico, da água e da glicose.

6 RESULTADOS

6.1 Resultados esperados

A nutrição das plantas não ocorre unicamente por meio da absorção dos nutrientes presentes no solo, a atmosfera e a luz participam ativamente do processo de crescimento vegetal. Espera-se que as sementes cultivadas no sistema **A** (com presença de luminosidade) originem vegetais saudáveis (Fig. 06), desenvolvendo-se normalmente enquanto as sementes

do sistema **B** (com ausência de luminosidade) originarão vegetais com anormalidades fisiológicas e anatômicas (Fig. 07), devido à dificuldade na realização da fotossíntese, haja vista que tais organismos são fototrópicos.

Figura 06 – Crescimento vegetal exposto à luz solar em um período de 03 dias



Fonte: O autor

Figura 07 – Crescimento vegetal sem exposição à luz solar em um período de 03 dias



Fonte: O autor

6.2 Resultados obtidos pelo autor deste manual

No dia 05/11/2019, observou-se que o recipiente contendo as sementes de feijão, mantidas em ambiente escurecido obteve crescimento vertical de 7,5cm (considerando a haste clara do vegetal) – cotilédones ainda “cheios”, enquanto no sistema contendo sementes de feijão, cultivadas em ambiente claro, só foi verificada a germinação e início do crescimento da haste.

Para fins de esclarecimento, a fotossíntese é entendida como o processo de “[...] construção ou síntese de compostos orgânicos pela luz” (VIEIRA *et al.*, 2010, p. 50). Esse processo é atribuído apenas “[...] aos seres autotróficos (vegetais), capazes de capturar, transformar e armazenar a energia radiante eletromagnética gerada pelo sol [sic], em compostos orgânicos com ligações químicas ricas em energia.” (VIEIRA *et al.*, 2010, p. 50). Com a falta de acesso à luz, acredita-se que os vegetais não concluirão seu desenvolvimento por falta de energia química (presentes nas moléculas de carboidratos) para a manutenção das reações metabólicas.

7 EXERCÍCIO(S) SUGERIDO(S) AOS ESTUDANTES

EXERCÍCIO I: OBSERVAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUÍDOS

1º) NO DECORRER DE 08 DIAS, VOCÊ DEVERÁ REGISTRAR NO QUADRO ABAIXO AS SUAS OBSERVAÇÕES A RESPEITO DO DESENVOLVIMENTO VEGETAL.

		SISTEMAS	
Período	Data	A	B
1º dia	___/___/___		
2º dia	___/___/___		
3º dia	___/___/___		
4º dia	___/___/___		
5º dia	___/___/___		
6º dia	___/___/___		
7º dia	___/___/___		
8º dia	___/___/___		

EXERCÍCIO II: ESTUDO DIRIGIDO

1º) Por que o Sol é essencial à vida na Terra? Comente.

2º) Qual a estrela mais próxima da Terra?

3º) Qual processo permite a planta converter energia eletromagnética em energia química? Explique-o.

4º) Em última análise, a vida no planeta Terra depende direta ou indiretamente do Sol. Com suas palavras, explique essa situação, baseando-se nos processos evolutivos e ecológicos que ocorrem/ocorreram em nosso planeta.

REFERÊNCIAS

KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

SADAVA, David; HELLER, Craig; ORIAN, Gordon; PURVES, Bill; HILLIS, David. **Vida: a ciência da Biologia**. Tradução de Carla Denise Bonan et al. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 461 p.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. Tradução de: Armando Molina Divan Junior et al. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

VIEIRA, Elvis Lima; SOUZA, Girlene Santos de; SANTOS, Anacleto Ranulfo dos; SANTOS SILVA, Jain dos. **Manual de Fisiologia Vegetal**. São Luís: EDUFMA, 2010. 186p.



TERMO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Atestamos para os devidos fins, que os Produtos Educacionais intitulados: **Guia para Montagem de uma Exposição de cunho Itinerante – Divulgação Científica em Astrobiologia; Manual de Atividades: experimentos de Astrobiologia; e a Trilha Astrobiológica – Jogo de Tabuleiro**, foram aplicados no Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC), em Feira de Santana – BA, com um público-alvo total de 117 estudantes do 3º ano do Ensino Médio.

Feira de Santana, 10 de agosto de 2020

Prof. Dr. Mirco Ragni
Presidente da Banca de Avaliação:
Prof. Dr. Mirco Ragni (DFIS-UEFS)

Prof. Dra. Ana Verena Freitas Paim
Membro Interno do Mestrado Profissional em Astronomia:
Profa. Dra. Ana Verena Freitas Paim (DEDU-UEFS)

Prof. Dr. Marco Antônio Leandro Barzano
Membro Externo – Convidado:
Prof. Dr. Marco Antônio Leandro Barzano (DEDU-UEFS)