



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

RELATÓRIO TÉCNICO DE BOLSISTA

PROGRAMA FAPEAM	PIBIC - PAIC 2013/2014		
N. EDITAL FAPEAM	Resolução 022/2011 - Decisão 121/2013		
MODALIDADE DE BOLSA	Iniciação Científica	NÍVEL DA BOLSA	() NÍVEL A () NÍVEL B () NÍVEL C (X) NÍVEL ÚNICO
TIPO DE RELATÓRIO	(X) FINAL		
PERÍODO A QUE SE REFERE ESSE RELATÓRIO:			
É OBRIGATÓRIO PREENCHIMENTO DO PROGRAMA, BOLSA E NÍVEL.			

1. DADOS DO BOLSISTA (não omita ou abrevie nomes)

NOME:	Marta Luana Gadelha da Cunha				
E-MAIL:	martaluanacunha@hotmail.com				
TELEFONE:		CELULAR:	9291040780	FAX:	

2. PROJETO DE PESQUISA EM QUE O BOLSISTA DESENVOLVE ATIVIDADES

TÍTULO DO PROJETO:	Estudo da Superfluidez do He4 usando o MAXIMA				
TÍTULO DO PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA:					
INÍCIO:	Agosto de 2013				
TÉRMINO:	Julho de 2014				

3. DADOS DO COORDENADOR / ORIENTADOR

NOME:	Dilcelino de Souza Bruce				
E-MAIL:	brucedilcelino@gmail.com				
TELEFONE:		CELULAR:	9292582058	FAX:	

4. INSTITUIÇÃO ONDE O BOLSISTA DESENVOLVE ATIVIDADES

INSTITUIÇÃO:	UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS				
UNIDADE E DEPARTAMENTO:	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA				
ENDEREÇO:	RUA NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO N°3863 TIRADENTES				
TELEFONE:	92 3521-3603	FAX:			



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

5. INFORMAÇÕES DA BOLSA CONCEDIDA					
INÍCIO:	01/08/2013	TÉRMINO:	31/07/2014	PERÍODO CONCEDIDO (MESES):	12 meses
ALTERAÇÕES:	<input type="checkbox"/> BOLSA CANCELADA A PARTIR DE: / /				
	<input type="checkbox"/> SUBSTITUIÇÃO DO BOLSISTA (NOME) A PARTIR DE : / /				
	<input type="checkbox"/> BOLSA RENOVIDA A PARTIR DE: / /				
	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO HOUVE ALTERAÇÕES				
JUSTIFIQUE A ALTERAÇÃO:					

6. OBJETIVOS PROPOSTOS NO PLANO DE TRABALHO (máximo 15 linhas- não alterar formatação)
Foi proposto a utilização da estatística quântica de Bose-Einstein apresentada nos cursos de graduação em física moderna aliada a um pacote computacional de álgebra simbólica do software MAXIMA para investigar o fenômeno da condensação de Bose-Einstein de um número fixo de partículas confinadas em um potencial de oscilador tridimensional harmônica. Apresentando as rotinas para os cálculos dos principais resultados e gráficos.

7. RESULTADOS OBTIDOS (máximo 30 linhas - não alterar formatação)
Descreva os resultados obtidos e analise-os em função dos objetivos propostos em seu plano de trabalho



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

Uma propriedade do hélio líquido que constitui uma evidência macroscópica do efeito quântico da tendência de condensação de bósons, isto é, de ocuparem o mesmo estado, é a *superfluidade* para temperaturas muito baixas, aproximadamente 2,17K, onde os átomos interagem somente por forças de van der Waals (que são de pouca intensidade) e a agitação térmica se torna muito pequena. Embora os condensados de gases reais ocorram em condições diferentes, não se enfraquece de modo algum a atualidade das idéias de Einstein. À medida que o número de componentes de um sistema físico aumenta, torna-se mais complexa a descrição detalhada de seu comportamento. Einstein recorre a um artifício matemático transformando uma somatória simples em uma somatória dupla, para depois então transformar uma destas somatórias em uma integral que pode, através de uma simples troca de variáveis, ser transformada numa conhecida função gama (Γ), cujos valores e propriedades são bem tratados em variadas literaturas, que nos concede a chegar a equação,

$$n = \frac{(2m\pi k_B T)^{3/2}}{h^3} \sum_{\tau=1}^{\infty} \lambda^{\tau} \tau^{-3/2}$$

Einstein conclui que esta somatória é para valores de $\lambda \leq 1$, onde $\lambda=1$ corresponde ao valor máximo possível para a densidade de partículas $\rho=n/V$. Neste limite a somatória reduz-se à

$$\sum_{\tau} \tau^{-3/2} = \zeta(3/2) = 2.612$$

onde $\zeta(\sigma)$ é a função Zeta de Riemann, definida como

$$\zeta(\sigma) = \sum_{l=1}^{\infty} \frac{1}{l^{\sigma}}$$

Devido os extensos e complexos cálculos e o trato de várias variáveis do problema em questão a utilização de um pacote computacional de álgebra simbólica como o software MAXIMA para investigar o fenômeno da condensação de Bose-Einstein de um número fixo de partículas confinadas em um potencial de oscilador tridimensional harmônica, foi de relevante importância neste projeto.

O MAXIMA se apresentou um software de linguagem de programação fácil, produzindo resultados de precisão elevada. Além da facilidade, nos deparamos com um software que pode ser usado sem necessidade de registro e pagamento, elevando exponencialmente a importância de sua utilização por ser um dos poucos softwares gratuitos.



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

8. PRODUÇÃO GERADA PELO PROJETO, COM A PARTICIPAÇÃO DO BOLSISTA.

Indicar somente a produção gerada a partir da pesquisa apoiada.

8.1. Produção Bibliográfica	Quantidade	
	Nacional	Internacional
Artigo completo publicado, aceito ou submetido em periódicos científicos especializados (nacional ou internacional) com corpo editorial.	_____	_____
Livros e capítulos publicados com corpo editorial e ISBN	_____	_____
Organização e editoração de livros e periódicos com corpo editorial	_____	_____
Comunicações em anais de congressos e periódicos	_____	_____
Resumo publicado em eventos científicos	_____	_____
Texto em jornal ou revista (magazine)	_____	_____
Trabalho publicado em anais de evento	_____	_____
Partitura musical (canto, coral, orquestra, outra)	_____	_____
Tradução de livros, artigos, ou outros documentos com corpo editorial	_____	_____
Prefácio, posfácio, apresentação ou introdução de livros, revistas, periódicos ou outros meios.	_____	_____
Outra: _____	_____	_____

LISTAR COM REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA COMPLETA E INCLUIR CÓPIA (CAMPO ILIMITADO)

8.2. Produção Cultural	Quantidade
Apresentação de obra artística (coreográfica, literária, musical, teatral, outra)	_____
Exposição de artes visuais (pintura, desenho, cinema, escultura, fotografia, gravura, instalação, televisão, vídeo ou outra)	_____
Arranjo musical (canto, coral, orquestral, outro)	_____
Composição musical (canto, coral, orquestral, outro)	_____
Sonoplastia (cinema, música, rádio, televisão, teatro ou outra)	_____
Apresentação em rádio ou TV (dança, música, teatro ou outra)	_____
Curso de curta duração	_____
Obra de artes visuais	_____
Programa de rádio ou TV	_____
Outra: _____	_____

LISTAR, INFORMAR QUAL TIPO DE PRODUÇÃO E SE POSSÍVEL INCLUIR CÓPIA (CAMPO ILIMITADO)



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

8.3. Produção Técnica ou Tecnológica	Quantidade
Software (computacional, multimídia ou outro) com/sem registro/patente	_____
Produto (piloto, projeto, protótipo ou outro) com/sem registro/patente	_____
Processo (analítico, instrumental, pedagógico, processual, terapêutico ou outro) com/sem registro/patente	_____
Trabalho técnico (assessoria, consultoria, parecer, elaboração de projeto, relatório técnico, serviços na área da saúde ou outro)	_____
Mapa, carta geográfica, fotograma, aerofotograma, outro.	_____
Maquete	_____
Desenvolvimento de material didático ou instrucional	_____
Organização e editoração de livros, anais, catálogo, coletânea, periódico, enciclopédia ou outro	_____
Outra: _____	_____

LISTAR, INFORMAR QUAL TIPO DE PRODUÇÃO E SE POSSÍVEL INCLUIR CÓPIA (CAMPO ILIMITADO)

8.4. Difusão de Ciência e Tecnologia – Participação em Eventos			
Nome do Evento	DATA	APRESENTO U TRABALHO	TIPO
Seminário de agroecologia		() SIM () NÃO	() Palestra () Poster () Outro
Congresso de iniciação científica da UFAM		() SIM () NÃO	() Palestra () Poster () Outro
	/ /	() SIM () NÃO	() Palestra () Poster () Outro
	/ /	() SIM () NÃO	() Palestra () Poster () Outro



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

8.4. Difusão de Ciência e Tecnologia – Participação em Eventos

	/ /	() SIM () NÃO	() Palestra () Poster () Outro
--	-----	--------------------	-----------------------------------------

LISTAR E INCLUIR CÓPIA DO CERTIFICADO (CAMPO ILIMITADO)

--

9. NO GERAL, EM TERMOS DE SUA CAPACITAÇÃO, AMADURECIMENTO E CRESCIMENTO PROFISSIONAL, COMO VOCÊ AVALIA AS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS? (A SER RESPONDIDA PELO BOLSISTA, SE PERTINENTE À MODALIDADE DE BOLSA)

- () ACIMA DAS EXPECTATIVAS
- (X) CORRESPONDEU ÀS EXPECTATIVAS
- () ACRESCENTOU POUCO

9.1. AVALIE, NUMA ESCALA DE 1 A 5 (SENDO 1= MUITO FRACA E 5 = EXCELENTE), OS SEGUINTE ITENS:

- (4,5) Orientação recebida
- (4,5) Infra-estrutura da Instituição
- (4) Relacionamento com a equipe de pesquisa
- (4) Quantidade e qualidade do trabalho desenvolvido

JUSTIFIQUE SUA AVALIAÇÃO, INDICANDO OS PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS

A orientação recebida foi ótima, os conhecimentos adquiridos são de grande importância. Com a entrada no projeto e a inserção no ramo da pesquisa deixou-me capaz de ser mais responsável, ampliou minha visão como estudante por ser um projeto voltado a área de estatística quântica e mostrou me o quanto é importante e acessível para estudantes de qualquer área de exatas trabalhar cálculos matemáticos em softwares.

10. PLANO DE TRABALHO E CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO PARA PRÓXIMA ETAPA – NO CASO DE RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL (máximo 15 linhas- não alterar formatação)

Preparação para a apresentação final para o congresso.

11. DESEMPENHO DO BOLSISTA. (A SER RESPONDIDO PELO ORIENTADOR/TUTOR) (máximo 10 linhas- não alterar formatação) AVALIE OS PROGRESSOS DO BOLSISTA CONSIDERANDO SUA FORMAÇÃO/CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL

O projeto requer um alto grau de conhecimento de mecânica quântica, termodinâmica estatística no equilíbrio, investigação e solução numérica de equação diferencial e integrais. Em relação ao dois primeiros pontos o discente-pesquisador teve dificuldades principalmente em mecânica quântica por não ter tido contato com as disciplinas relacionadas. Quanto aos últimos, entendo que o software MAXIMA apesar de plataforma amigável, principalmente rotinas, pois a condensação de bósons é extenso e complexo o que requer muito mais tempo para um maior domínio o que avalio como muito bom o desenvolvido do projeto pelo discente-pesquisador.



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

Manaus _____ de _____ de _____.

ASSINATURA DO BOLSISTA

Manaus _____ de _____ de _____.

ORIENTADOR DO BOLSISTA

É OBRIGATÓRIO O PREENCHIMENTO DE TODOS OS ITENS E DAS ASSINATURAS