



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:	01 / 08 / 2013 até 31 / 07 / 2014		
É OBRIGATÓRIO PREENCHIMENTO DO PROGRAMA, BOLSA E NÍVEL.			

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

NOME:	Marcos Ribeiro Reis				
E-MAIL:	marcos_reis20@yahoo.com.br				
TELEFONE:		CELULAR:	(92)9167-9956	FAX:	

2. PROJETO DE PESQUISA EM QUE O BOLSISTA DESENVOLVE ATIVIDADES

TÍTULO DO PROJETO:	Mecânica Estatística Fora do Equilíbrio aplicado ao Modelo de Ising na aproximação de campo efetivo
TÍTULO DO PLANO DE TRABALHO DO BOLSISTA:	Cronograma de Atividades
INÍCIO:	01 / 08 / 2013
TÉRMINO:	31 / 07 / 2014

3. DADOS DO COORDENADOR / ORIENTADOR

NOME:	Dilcelino de Souza Bruce				
E-MAIL:	brucedilcelino@gmail.com				
TELEFONE:		CELULAR:	(92)9258-2058	FAX:	

4. INSTITUIÇÃO ONDE O BOLSISTA DESENVOLVE ATIVIDADES

INSTITUIÇÃO:	Universidade Federal do Amazonas - UFAM		
UNIDADE E DEPARTAMENTO:	Instituto de Ciência Exatas e Tecnologia - ICET		
ENDEREÇO:	Av. N. Sr ^a do Rosário, 3863, Bairro: 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 RENOVADA A PARTIR DE: / /				
	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO HOUVE ALTERAÇÕES				

JUSTIFIQUE A ALTERAÇÃO:

Projeto Voluntário

6. OBJETIVOS PROPOSTOS NO PLANO DE TRABALHO (máximo 15 linhas- não alterar formatação)

Objetivo Geral:

- Investigar a solução estacionária da magnetização do modelo de Ising cinético sujeito a campo magnético externo.

Objetivos específicos:

- Obter o diagrama de fase no plano magnetização-campo magnético aplicado (m-H);
- Estudar a existência de ponto tricrítico usando a aproximação de campo efetivo no modelo de Ising cinético;
- Determinar o parâmetro de ordem estático dinâmico;
- Comparar os resultados com as grandezas termodinâmicas no equilíbrio.

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

Estudamos a transição de fase dinâmica do modelo de Ising cinético na presença de campo, onde usamos a dinâmica de Glauber para descrever a evolução temporal da magnetização. O expoente de Lyapunov foi numericamente obtido a fim de analisar a transição de fase e estabilidade do sistema. Uma expressão exata foi derivada na forma de equação diferencial para a magnetização, onde funções de correlações acopladas estão presentes. Desejando obter a evolução temporal para $m(t)$ desacoplamos estas funções de correlações através da teoria de campo efetivo (EFT) as auto correlações são tratadas exatamente através do uso da identidade de spin de Van der Waerden, mas as correlações entre diferentes spins foram também desacopladas. Dependendo dos valores da temperatura distribuição de probabilidade e da condição inicial, o sistema pode evoluir para o valor médio da magnetização nulo (estado paramagnético), valor diferente de zero (estado ferromagnético) ou para um estado misto P+F que é caracterizado pela coexistência dos dois estados. Este estado misto aparece por causa da aproximação usada, pois, como indica o trabalho de Devire e colaboradores [E. Albayak and O. Canko, J. Magn. Mater. 270, 333 (2004).] utilizaram a aproximação de Bethe-Peierls e mostraram que apenas os estados F e P estão presentes, inexistindo assim esta fase mista. Um tratamento mais elaborado pode ser usado na técnica do operador diferencial para desacoplar as funções de correlações, levando em consideração algumas flutuações. No presente trabalho, usamos o modelo de Ising ferromagnético numa rede cúbica simples ($z=6$) de N sítios na presença de um campo aleatório, onde fizemos uso de uma distribuição de probabilidade bimodal. Resolvendo a equação mestra para o parâmetro de ordem pelo método de Adams-Mouton obtemos uma expressão que foi usada para determinar a magnetização média. Os resultados obtidos mostram que na construção de diagrama de fase: parâmetro de ordem versus campo magnético para a temperatura reduzida fixa (H a intensidade do desvio do campo magnético e $J>0$ a intensidade de interação no modelo de Ising) que a altas temperaturas (temperatura reduzida, $K_B T/J=4.0$) o parâmetro de ordem diminui e vai à zero continuamente quando o campo se aproxima do ponto crítico dinâmico. Por outro lado, para baixas temperaturas o campo na qual o parâmetro de ordem dinâmico dá um salto, uma transição de fase de primeira ordem vai à zero continuamente ao ponto $h_c=H/J\approx 3.39$. Além disso, para valores muito maiores que o limite superior de h_c o sistema não exibe transição de fase.

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.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Livros e capítulos publicados com corpo editorial e ISBN	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Organização e editoração de livros e periódicos com corpo editorial	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Comunicações em anais de congressos e periódicos	<input type="text"/>	<input type="text"/>



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

Resumo publicado em eventos científicos	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Texto em jornal ou revista (magazine)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Trabalho publicado em anais de evento	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Partitura musical (canto, coral, orquestra, outra)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Tradução de livros, artigos, ou outros documentos com corpo editorial	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Prefácio, posfácio, apresentação ou introdução de livros, revistas, periódicos ou outros meios.	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Outra: _____	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

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

8.2. Produção Cultural	Quantidade
Apresentação de obra artística (coreográfica, literária, musical, teatral, outra)	<input type="text" value="0"/>
Exposição de artes visuais (pintura, desenho, cinema, escultura, fotografia, gravura, instalação, televisão, vídeo ou outra)	<input type="text" value="0"/>
Arranjo musical (canto, coral, orquestral, outro)	<input type="text" value="0"/>
Composição musical (canto, coral, orquestral, outro)	<input type="text" value="0"/>
Sonoplastia (cinema, música, rádio, televisão, teatro ou outra)	<input type="text" value="0"/>
Apresentação em rádio ou TV (dança, música, teatro ou outra)	<input type="text" value="0"/>
Curso de curta duração	<input type="text" value="0"/>
Obra de artes visuais	<input type="text" value="0"/>
Programa de rádio ou TV	<input type="text" value="0"/>
Outra: _____	<input type="text" value="0"/>

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

8.3. Produção Técnica ou Tecnológica	Quantidade
Software (computacional, multimídia ou outro) com/sem registro/patente	<input type="text" value="0"/>



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

Produto (piloto, projeto, protótipo ou outro) com/sem registro/patente	<input type="text" value="0"/>
Processo (analítico, instrumental, pedagógico, processual, terapêutico ou outro) com/sem registro/patente	<input type="text" value="0"/>
Trabalho técnico (assessoria, consultoria, parecer, elaboração de projeto, relatório técnico, serviços na área da saúde ou outro)	<input type="text" value="0"/>
Mapa, carta geográfica, fotograma, aerofotograma, outro.	<input type="text" value="0"/>
Maquete	<input type="text" value="0"/>
Desenvolvimento de material didático ou instrucional	<input type="text" value="0"/>
Organização e editoração de livros, anais, catálogo, coletânea, periódico, enciclopédia ou outro	<input type="text" value="0"/>
Outra: _____ -	<input type="text" value="0"/>

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

LISTAR E INCLUIR CÓPIA DO CERTIFICADO (CAMPO ILIMITADO)

--



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

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)

- (x) ACIMA DAS EXPECTATIVAS
() 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) Orientação recebida
(3) 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

Diante do trabalho a mim concedido, fiz pesquisas bibliográficas para melhor entender o funcionamento do projeto, com isso, precisei usar de todo conhecimento adquirido com as pesquisas para compreender os conceitos avançados de Física e Estatística aplicada em materiais. Foram meses de pesquisas aliadas à minha vontade de conhecer o processo computacional da transição de fase através do modelo de Ising. Este processo computacional também foi limitante no meu trabalho devido a pouca familiaridade com linguagem de programação utilizada. Meu orientador para facilitar minha aprendizagem foi paciente no ensino de linguagem em FORTRAN, uma das ferramentas que utilizei. Na avaliação da orientação recebida à escala de maior valor não foi merecida pelo pouco tempo que o orientador se dedicou ao projeto, (apesar de ter se dedicado na programação) para realizar outras atividades na Instituição, logo, com tempo reduzido para orientação do projeto os assuntos não foram expostos com riquezas de detalhes se tornando um ponto negativo. Os pontos positivos da orientação se estabeleceram com a realização da correção das atividades realizadas no projeto e explicação resumida do assunto para melhor compreensão. A grande quantidade de salas disponíveis possibilitou realizar as atividades na instituição, mas a baixa qualidade na conexão com internet se tornou um ponto negativo para realização de pesquisas. O trabalho desenvolvido com base em publicações nos possibilitou realizar uma grande quantidade de cálculos analíticos. As poucas publicações sobre simulação computacional e em especial sobre a Mecânica Estatística Fora do Equilíbrio aplicado ao Modelo de Ising na aproximação de campo efetivo torna-se um ponto negativo neste trabalho, pois, sem novas informações é prolongado o processo de construção do conhecimento. Outro fator limitante para realizar a simulação do trabalho foi a falta de energia elétrica muito constante no município, causando perda de dados e atraso na obtenção dos resultados.

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)

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



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

O projeto requer um alto grau de conhecimento de mecânica quântica, termodinâmica no equilíbrio e fora do equilíbrio em sistemas magnéticos, investigação de otimização computacional e solução numérica de equação diferencial. Em relação ao primeiro ponto o discente-pesquisador teve dificuldades principalmente por não ter tido contato com as disciplinas relacionadas. Quanto aos últimos, entendo que termodinâmica de sistemas magnéticos é extensa e programar é uma arte e, portanto requer muito mais tempo para um maior domínio o que avalio como muito bom o desenvolvido do projeto pelo discente-pesquisador.

Manaus _____ de _____ de _____.

ASSINATURA DO BOLSISTA

Manaus _____ de _____ de _____.

ORIENTADOR DO BOLSISTA

É OBRIGATÓRIO O PREENCHIMENTO DE TODOS OS ITENS E DAS ASSINATURAS