

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

**Sobre o Papel de Modos Quase-Normais
na Descrição de Aspectos Quânticos da Gravitação**

Karlúcio Heleno Castro Castello Branco

INSTITUTO DE FÍSICA
Serviço de Biblioteca e Informação
Tombo: T4368

Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Física da
Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos
para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: *Prof. Dr. Élcio Abdalla*

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Élcio Abdalla (Orientador)

Prof. Dr. Daniel Augusto Turolla Vanzella (USP-São Carlos)

Prof. Dr. Odylio Denis Aguiar (INPE)

Prof. Dr. Fernando Tadeu Caldeira Brandt (USP)

Prof. Dr. Luís Raul Weber Abramo (USP)



São Paulo

2005

SBI-IFUSP



305M810T4368



Prof. Armando Corbani Ferraz
Presidente da Comissão de Pós Graduação

530.L

CEPEC

D

E

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Castello Branco, Karlúcio Heleno Castro

Sobre o Papel de Modos Quase-Normais na Descrição
de Aspectos Quânticos da Gravitação.
São Paulo 2005.

Tese (Doutoramento) - Universidade de São Paulo
Instituto de Física – Depto. de Física Matemática

Orientador: Prof. Dr. Élcio Abdalla
Área de Concentração: Física

Unitermos:

1. Física Teórica;
2. Teoria de Campos e Ondas;
3. Relatividade e Gravitação.

USP/IF/SBI-061/2005

ARGUMENTUM ORNITHOLOGICUM

Fecho os olhos e vejo um bando de pássaros. A visão dura um segundo, talvez menos; não sei quantos pássaros vi. Era definido ou indefinido seu número? O problema envolve o da existência de Deus. Se Deus existe, o número é definido, porque Deus sabe quantos pássaros eu vi. Se Deus não existe, o número é indefinido, porque ninguém conseguiu fazer a conta. Neste caso, vi menos de dez pássaros (digamos) e mais de um, mas não vi nove, oito, sete, seis, cinco, quatro, três, ou dois pássaros. Vi um número entre dez e um, que não é nove, oito, sete, seis, cinco, etcétera. Este número inteiro é inconcebível; ergo, Deus existe.

Jorge Luís Borges, em O Fazedor.

RESUMO

Esta tese trata das perturbações dos espaços-tempos de de-Sitter e de certos buracos negros. Determinam-se os chamados *Modos Quase-Normais* (MQNs) associados a essas perturbações e investiga-se, no caso do espaço-tempo de de-Sitter, a possível realização de uma *dualidade holográfica interior-borda*, examinando-se a relação entre os MQNs devidos a uma perturbação escalar no interior do espaço-tempo e os pólos da função de correlação da Teoria de Campos Conforme, que “reside” na borda de tal espaço-tempo. No que diz respeito aos buracos negros, determinam-se os MQNs num certo regime assintótico e, mediante uma conjectura, recentemente discutida na literatura, acerca de tais MQNs e o espaçamento do espectro (quântico) de área de buracos negros, estabelecem-se como seriam tais espectros, ainda que não por meio de uma teoria quântica de gravitação formal.

ABSTRACT

In this thesis, perturbations of the de-Sitter and certain black holes space-times are studied. The so-called *Quasi-Normal Modes* (QNMs) associated to these perturbations are determined and, in the case of the de-Sitter space-time, the possible realization of a *bulk-boundary holographic duality* is investigated, by examining the relation between the QNMs due to a scalar perturbation in the bulk of the space-time and the poles of the correlation function of the Conformal Field Theory, which “lives” on the boundary of such space-time. In what concerns the black holes, the QNMs are determined in a certain asymptotic regime and, by means of a conjecture, recently discussed in the literature, regarding such QNMs and the spacing of the (quantum) area spectrum of black holes, it is established how these spectra would be, though not by means of formal quantum theory of gravity.

AGRADECIMENTOS

Várias pessoas contribuíram ao logo desta jornada de minha formação acadêmica. *Mui sinceramente*, gostaria de agradecer:

Ao meu orientador, o Prof. Dr. *Élcio Abdalla*, pelo imediato aceite em orientar-me, pelo incentivo, apoio e entusiasmo constantes, durante todos os momentos da orientação, pelas discussões e pela compreensão e preocupação durante a etapa de escrita da tese, fase em que problemas pessoais mantiveram-me “fora de órbita”. Gostaria ainda de destacar a liberdade sempre dada, quer nas discussões ou nas investigações de problemas e temas para a tese. Enfim, agradeço-lhe, muito, por tudo!

Ao Prof. Antônio Lima Santos, pela colaboração científica, pelas discussões, conversas e por todos os incentivos.

À toda a minha família, que sempre me apoiou nesta escolha de querer estudar Física.

Ao professor e amigo *José Maria Filardo Bassalo*, pela motivação e orientação sempre dadas, desde a iniciação científica, em que tive a oportunidade de começar a estudar Relatividade Geral. Não é exagero afirmar que você foi a *força motriz* que me impulsionou para que eu deixasse o nosso, para usar uma expressão sua, “quarto mundo”. É um prazer poder contar com sua amizade, pela pessoa singular que você é e por tudo.

Aos meus diletos amigos e conterrâneos, *Alexandre Guimarães Rodrigues, Andrey Gomes Martins, Edson Akira Asano, Ivens Carneiro Martins, Leônidas Melo, Luís Cléber Tavares de Brito, Manoel Reinaldo Elias Filho, Reginaldo Farias e Ruy Guilherme Castro de Almeida*, que, da mesma forma que eu, resolveram deixar as proximidades da linha do equador, e tudo o que de bom há ali, para cruzar este país-continente, em busca de ampliar nossos conhecimentos. Fez, sinceramente, *muita* diferença tê-los por perto, neste *país dentro de um país*, chamado São Paulo. As incontáveis conversas, momentos de descontração e discussões, quer científicas ou não, tiveram papel importante. Não poderia deixar que destacar o quão valoroso foi, não apenas para mim, mas certamente para todos que tiveram a oportunidade de, poder discutir e aprender matemática e física com o

Andrey. Que logo, logo possamos começar alguma colaboração científica.

Ao amigo *Carlos Molina Mendes*, pelas muitas discussões e ajudas ao longo de todo este doutorado. Fizeste, em diversos momentos, as vezes de um legítimo *co-orientador*, por todas as dicas, conversas e auxílios dados. Muito obrigado, mesmo!

Aos amigos do meu grupo de pesquisas, por todas as discussões, conversas, ajudas, incentivos e tudo o mais: *Adenauer Girardi Casali*, *Alan Bandasoli Pavan*, *Cecília Bertoni Martha Hadler Chirenti*, *Davi Giugno*, *Jeferson Oliveira*, *Luís Alejandro Corrêa-Borbonet*, *Michele Ferraz Figueiro*, *Rodrigo dal Bosco Fontana* e *Roman Konoplya* (também pela colaboração científica).

Aos amigos e diversos colegas do Instituto de Física em geral e do Departamento de Física-Matemática, pelos conversas, ajudas e por proporcionarem um ambiente descontraído e agradável. Merecem destaque os sujeitos que mais me fizeram rir: *José Clériston Campos de Souza*, *Leonardo Sioufi Fagundes dos Santos*, *Marcelo Pires* e *Mário César Baldiotti*, cujas veias humorísticas sempre estiveram afiadas! Agradeço ainda à *Andreza Fedalto*, *José Clériston* e *Fábio Cabral*, pelo sempre amigável compartilhamento da sala de estudos, ajuda e todas as conversas que tivemos. Agradeço ao amigo, desde os idos do memorável tempo de *UnB*, *Alessandro Martim Marques*, pelas incontáveis conversas diárias, as diversas análises dos muitos assuntos de interesse, de futebolísticos a científicos. Valeu, meu caro!

Aos professores do Instituto que, através de seminários e colóquios, contribuíram com minha formação. Em especial, agradeço aos professores do Departamento de Física-Matemática, *Henrique Fleming*, *João Carlos Alves Barata* e *Antônio de Toledo Piza*, pelo sempre *excelentes* e motivantes seminários e colóquios que tive a oportunidade de assistir. Não poderia deixar também de agradecer aos professores com quem fiz disciplinas: *Emérson Veloso de Passos*, *Marcelo Otávio Caminha Gomes* e *Said Rabani*.

Às “meninas” da secretaria (*Amélia Ferrari*, *Bety* e *Simone*), assim como ao *João Borges* e à *Sibele Groff*, pelas bom funcionamento das coisas neste Departamento e à gentileza constante.

Gostaria ainda de agradecer aos meus ex-professores do mestrado, *José Wadih Maluf* e *Carlos Augusto Pinto Galvão*, pelos incentivos e ajudas, desde os tempo de *UnB* até

hoje!

Agradeço ainda ao meu amigo *José Francisco da Rocha Neto*, pela amizade, pronta ajuda e colaboração científica.

Ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)* e à *Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP)*, pelas bolsas concedidas.

Sumário

1	Introdução	11
2	Perturbações e Modos Quase-Normais de Buracos Negros	23
3	Modos Quase-Normais e a Possível Existência de uma Correspondência de-Sitter/Teoria de Campos Conforme	48
3.1	O Espaço-Tempo de de-Sitter: Geometria e Estrutura Causal	55
3.2	Perturbações Escalares do Espaço-Tempo de de-Sitter	62
3.3	Função de Correlação de Dois Pontos para Operadores na Teoria de Campos Conforme na Borda do Espaço de de-Sitter	66
4	Modos Quase-Normais e a Quantização da Área de Buracos Negros	78
4.1	A Proposição de Hod	82
4.2	Quantização da Área de Buracos Negros Quase Extremos de Kerr e Schwarzschild-de-Sitter	85
4.3	Determinação Analítica de Modos Quase-Normais Assintóticos	90
4.4	Modos Quase-Normais Assintóticos de Buracos Negros Pequenos de Schwarzschild-de-Sitter	98
5	Conclusões	104
	Apêndice A	108
	Apêndice B	109

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

