



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

SUMÁRIO

Requerente(s): **Prof. Cleverton Roberto da Luz**

Título do Projeto: **Propriedades Assintóticas de Modelos de Evolução**

Assunto: **Relatório Final de Projeto de Pesquisa.**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SÍNTESE DO PROJETO DE PESQUISA

Situação: Relatório Final em aprovação

Número: 201806293

1. Título:

Propriedades Assintóticas de Modelos de Evolução

2. Resumo:

Neste projeto estamos interessados em dar continuidade aos estudos sobre equações diferenciais hiperbólicas dissipativas, além estudar sistemas acoplados e problemas semilineares. Para cada modelo pretendemos estudar a existência, unicidade e encontrar taxas de decaimento para a energia e a norma L_2 da solução. Os modelos estudados serão dissipativos, ou seja, a energia total do modelo $E(t)$ é uma função real não negativa e decrescente. Um caso importante e que tem sido estudo por diversos pesquisadores é a dissipação fracionária e/ou com coeficiente dependendo do tempo.

Palavras-chave:

Modelos de evolução dissipativos; Laplaciano fracionário; Coeficiente dependendo do tempo.;

3. Coordenador:

Nome: Cleverson Roberto da Luz

Departamento: MTM/CFM - DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA / MTM/CFM

Tipo: Professor

Regime de Trabalho: DE

Valor Mensal: Sem remuneração

Forma de Remuneração: Sem bolsa

Carga Horária Semanal: 20.00h

4. Entidades Participantes:

Financiadores:

Valor Total: R\$ 0,00

Fundações:

Tipo de Instrumento Contratual: Não será celebrado instrumento jurídico com a UFSC.

5. Período:

Previsão de Início: 01/05/2018

Início Efetivo: 01/05/2018

Duração: 36 Meses

Término: 01/05/2021

Aprovação: 20/10/2020

6. Área do Projeto:

Grande Área do Conhecimento: CIENCIAS EXATAS E DA TERRA

Área do Conhecimento: MATEMATICA

Subárea do conhecimento:ANALISE

Grupo de Pesquisa: Grupo de Equações Diferenciais Parciais

7. Comitê de Ética:

Não se aplica;



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SÍNTESE DO PROJETO DE PESQUISA

Situação: Relatório Final em aprovação

Número: 201806293

8. Equipe do Projeto:

CPF / Nome	Tipo	Período	Depto/Curso	Valor Mensal / Valor Total	Teto Excedid	Carga Hora. Semanal	Paad	Situação
Cleverson Roberto da Luz 029.967.469-02	Professor Coordenador	01/05/2018 à 01/05/2021	MTM/CFM - DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA / MTM/CFM	R\$ 0,00 / R\$ 0,00		20.00h	Sim	Aprovado
Fernando de Lacerda Mortari 033.546.089-51	Professor	01/10/2020 à 31/12/2020	MTM/CFM - DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA / MTM/CFM	R\$ 0,00 / R\$ 0,00		20.00h	Sim	Aprovado
Leandro Batista Morgado 016.351.519-02	Professor	01/10/2020 à 31/12/2020	MTM/CFM - DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA / MTM/CFM	R\$ 0,00 / R\$ 0,00		20.00h	Sim	Aprovado

Membros da equipe ainda não definidos:

0 externos à UFSC

3 vinculados à UFSC

Número total de participantes na equipe do projeto: 3

0 externos à UFSC (0,00%)

3 vinculados à UFSC (100,00%)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SÍNTESE DO PROJETO DE PESQUISA

Situação: Relatório Final em aprovação

Número: 201806293

9. Financiamento:

Não se aplica.

10. Propriedade Intelectual:

Não se aplica.

11. Relatório Final:

Data efetiva de término: 01/05/2021

Tipo		Descrição
Produção bibliográfica	Artigos em periódicos internacional	M. R. Ebert, C. R. da Luz, M. F. G. Palma.
Produção bibliográfica	Artigos em periódicos internacional	E. C. Vargas Júnior, C. R. da Luz. Sigma-
Produção bibliográfica	Artigos em periódicos internacional	H. P. Oquendo, C. R. da Luz. Asymptotic
Produção bibliográfica	Artigos em periódicos nacional	C. R. da Luz, M. F. G. Palma. Decay rates
Produção bibliográfica	Artigos em periódicos internacional	E. C. Vargas Junior, C. R. da Luz. Sigma-
Produção bibliográfica	Trabalhos em eventos nacional	Evento: II SPED Simpósio Paranaense em
Produção bibliográfica	Apresentação de trabalho ou	Evento: Workshop PDE - USP.
Produção bibliográfica	Apresentação de trabalho ou	Evento: 12th ISAAC Congress.
Produção bibliográfica	Apresentação de trabalho ou	Evento: II SPED Simpósio Paranaense em
Orientações	Tese de doutorado	Acadêmico: Edson Cilos Vargas Júnior.

Receita total (inclui rendimento): R\$ 0,00

Despesa realizada: R\$ 0,00

Saldo: R\$ 0,00

12. Movimentações:

Data	Responsável	Ação	Notificados	Comentários
26/04/2018 - 16:40h	Cleverson Roberto da Luz	Criou o projeto		
26/04/2018 - 16:40h	Cleverson Roberto da Luz	Enviou o projeto para aprovação	Cleverson Roberto da Luz	
01/05/2018 - 09:15h	Cleverson Roberto da Luz	Aprovou o projeto		
07/05/2018 - 16:11h	Aldrovando Luis Azeredo Araujo	Aprovou o projeto	Cleverson Roberto da Luz	
20/10/2020 - 16:34h	Cleverson Roberto da Luz	Solicitou alterações	Cleverson Roberto da Luz	Inclui dois novos participantes
20/10/2020 - 16:39h	Cleverson Roberto da Luz	Reenviou o projeto para aprovação	Cleverson Roberto da Luz	Inclui dois novos participantes
20/10/2020 - 16:41h	Cleverson Roberto da Luz	Aprovou o projeto	Raphael Falcão da Hora	
20/10/2020 - 18:37h	Raphael Falcão da Hora	Aprovou o projeto	Raphael Falcão da Hora, Raphael Falcão da Hora	O projeto segue para análise na câmara de pesquisa.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SÍNTESE DO PROJETO DE PESQUISA

Situação: Relatório Final em aprovação

Número: 201806293

Data	Responsável	Ação	Notificados	Comentários
08/04/2021 - 17:04h	Raphael Falcão da Hora	Todos os participantes foram aprovados	Cleverson Roberto da Luz	
29/04/2021 - 19:41h	Cleverson Roberto da Luz	Enviou relatório final para aprovação	Cleverson Roberto da Luz	

Relatório de Atividades de Pesquisa

Coordenador

Cleverson Roberto da Luz

Projeto

Propriedades Assintóticas de Modelos de Evolução

Período

01/05/2018 - 01/05/2021

Número de Horas

Vinte horas semanais

Descrição das Atividades

O presente relatório descreve as atividades do projeto de pesquisa intitulado "Propriedades Assintóticas de Modelos de Evolução", aprovado na 238^a reunião da Câmara de Pesquisa do Departamento de Matemática. Este relatório corresponde ao período de 01/05/2018 à 01/05/2021.

O principal objetivo do projeto foi dar continuidade aos estudos sobre equações diferenciais hiperbólicas dissipativas. Para cada modelo estudamos a existência, unicidade e encontramos taxas de decaimento para a energia e a norma L^2 da solução. Os principais modelos estudados foram: equação da onda com dissipação fracionária, equação de placa com inércia rotacional, equações de segunda ordem sob o efeito de um termo de amortecimento representado pela ação do operador laplaciano com potência fracionária e coeficiente dependendo do tempo, equações diferenciais de evolução de segunda ordem semilineares com operadores fracionários de Laplace e um sistema de Timoshenko.

No período de vigência do projeto, o autor teve artigos publicados em periódicos especializados e também exerceu outras atividades relacionadas a pesquisa, tais como, orientação de alunos, participação em bancas, apresentação de trabalhos em eventos científicos. Os documentos comprobatórios encontram-se anexados no final do relatório.

Atividades desenvolvidas

1 - Artigos completos publicados em periódicos

1. M. R. Ebert, C. R. da Luz, M. F. G. Palma. *The influence of data regularity in the critical exponent for a class of semi-linear evolution equations*. *Nodea-Nonlinear Differential Equations and Applications*, v. 27:44 (2020) 1–21. DOI: 10.1007/s00030-020-00644-w.
2. E. C. Vargas Júnior, C. R. da Luz. *σ -Evolution models with low regular time-dependent non-effective structural damping*. *Asymptotic Analysis*, v. 119 (2020) 61–86. DOI: 10.3233/ASY-191566.
3. H. P. Oquendo, C. R. da Luz. *Asymptotic behavior for Timoshenko systems with fractional damping*. *Asymptotic Analysis*, v. 118 (2020) 123–142. DOI: 10.3233/ASY-191552.
4. C. R. da Luz, M. F. G. Palma. *Decay rates for second-order linear evolution problems with fractional laplacian operators*. *Ci. e Nat.*, v. 43, e14 (2021) 1–30. DOI: 10.5902/2179460X41963.
5. E. C. Vargas Junior, C. R. da Luz. *σ -evolution models with low regular time-dependent effective structural damping*. *J. Math. Anal. Appl.* 499 (2021) 125030. DOI: 10.1016/j.jmaa.2021.125030.

2 - Resumos publicados em anais de congressos:

1. *Evento*: II SPED Simpósio Paranaense em Equações Diferenciais.
Título: Expoente crítico para uma classe de equações de evolução semilinear.
Local: Curitiba - PR.
Período: Outubro de 2019.

3 - Apresentação de trabalho:

1. *Evento*: Workshop PDE - USP.
Título: Decay rates for σ -evolution equation under effects of a fractional damping with time-dependent coefficient.
Local: Ribeirão Preto - SP.
Período: Novembro de 2018.

2. *Evento*: 12th ISAAC Congress.

Título: Sigma-evolution models with regular time-dependent structural damping: effective and non-effective dissipation.

Local: Aveiro - Portugal.

Período: Julho/Agosto de 2019.

3. *Evento*: II SPED Simpósio Paranaense em Equações Diferenciais.

Título: Expoente crítico para uma classe de equações de evolução semilinear.

Local: Curitiba - PR.

Período: Outubro de 2019.

3 - Orientação de alunos

- Orientação de Doutorado

Acadêmica: Edson Cilos Vargas Júnior

Título: σ - evolution models with low regular time-dependent structural damping

Local: Departamento de Matemática - UFSC

Situação: Concluído

Data da defesa: 11/02/2019.

- Orientação de Doutorado

Acadêmico: Luiz Gustavo Longen

Título: Interação entre Dissipação Fracionária e Memória Não-Linear na Existência de Soluções para a Equação de Placas

Local: Departamento de Matemática - UFSC

Situação: Em andamento.

- Orientação de Doutorado

Acadêmico: Elizangela Mendes Pereira

Título: a definir

Local: Departamento de Matemática - UFSC

Situação: Em andamento.

- Orientação de Doutorado

Acadêmico: Ever Elias Vasquez Alvarez

Título: a definir

Local: Departamento de Matemática - UFSC

Situação: Em andamento.

- Mestrado em Matemática Pura e Aplicada

Acadêmico: Cleison Dos Santos Ramthun

Título: a definir

Local: Departamento de Matemática - UFSC

Situação: Em andamento.

Florianópolis, 29 de abril de 2021.

Cleverson Roberto da Luz



The influence of data regularity in the critical exponent for a class of semilinear evolution equations

Marcelo R. Ebert , Cleverson R. da Luz and Maíra F. G. Palma

Abstract. In this paper we find the critical exponent for the global existence (in time) of small data solutions to the Cauchy problem for the semilinear dissipative evolution equations

$$u_{tt} + (-\Delta)^\delta u_{tt} + (-\Delta)^\alpha u + (-\Delta)^\theta u_t = |u_t|^p, \quad t \geq 0, x \in \mathbb{R}^n,$$

with $p > 1$, $2\theta \in [0, \alpha]$ and $\delta \in (\theta, \alpha]$. We show that, under additional regularity $(H^{\alpha+\delta}(\mathbb{R}^n) \cap L^m(\mathbb{R}^n)) \times (H^{2\delta}(\mathbb{R}^n) \cap L^m(\mathbb{R}^n))$ for initial data, with $m \in (1, 2]$, the critical exponent is given by $p_c = 1 + \frac{2m\theta}{n}$. The nonexistence of global solutions in the subcritical cases is proved, in the case of integers parameters α, δ, θ , by using the test function method (under suitable sign assumptions on the initial data).

Mathematics Subject Classification. Primary 35B33, 35B40; Secondary 35L71, 35L90.

Keywords. Semilinear evolution operators, Structural dissipation, Global small data solutions, Critical exponent, Asymptotic behavior of solutions.

1. Introduction

Let us consider the Cauchy problem for the semilinear dissipative evolution equations

$$\begin{cases} u_{tt} + (-\Delta)^\delta u_{tt} + (-\Delta)^\alpha u + (-\Delta)^\theta u_t = |u_t|^p, & t \geq 0, x \in \mathbb{R}^n, \\ (u, u_t)(0, x) = (u_0, u_1)(x), \end{cases} \quad (1.1)$$

The first author have been partially supported by Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Grant Number 2017/19497-3. The second author has been partially supported by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Proc. 308868/2015-3 and 314398/2018-0.

σ -Evolution models with low regular time-dependent non-effective structural damping

Edson Cilos Vargas Junior* and Cleverson Roberto da Luz

Department of Mathematics, Federal University of Santa Catarina, Brazil
E-mails: science.edson@gmail.com, cleverson.luz@ufsc.br

Abstract. In this work we study decay rates for a σ -evolution equation in \mathbb{R}^n under effects of a damping term represented by the action of a fractional Laplacian operator and a time-dependent coefficient, $b(t)(-\Delta)^\theta u_t(t, x)$. We consider that b is ‘confined’ in the curve $g(t) = (1+t)^\alpha \ln^\gamma(1+t)$ for large $t \geq t_0$ and without any control on $\frac{d}{dt}b(t)$.

Keywords: Wave equation, plate equation, fractional damping, sharp decay rates, non-effective damping, multiplier method

1. Introduction

We consider, for $0 < \theta \leq \sigma$, the initial value problem for a σ -evolution equation with fractional damping in \mathbb{R}^n :

$$u_{tt}(t, x) + A^\sigma u(t, x) + b(t)A^\theta u_t(t, x) = 0, \quad (t, x) \in (0, \infty) \times \mathbb{R}^n \quad (1.1)$$

with initial data

$$u(0, x) = u_0(x), \quad u_t(0, x) = u_1(x), \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad (1.2)$$

where $A := -\Delta = -\sum_{i=1}^n \frac{\partial^2}{\partial x_i^2}$.

The fractional power operator $A^\delta : \mathcal{D}(A^\delta) \subset L^2(\mathbb{R}^n) \rightarrow L^2(\mathbb{R}^n)$ ($\delta \geq 0$) with its domain $\mathcal{D}(A^\delta) = H^{2\delta}(\mathbb{R}^n)$ is defined by

$$A^\delta v(x) := \mathcal{F}^{-1}(|\xi|^{2\delta} \mathcal{F}(v)(\xi))(x), \quad v \in H^{2\delta}(\mathbb{R}^n), x \in \mathbb{R}^n,$$

where \mathcal{F} denotes the usual Fourier transform in $L^2(\mathbb{R}^n)$ and $|\cdot|$ denotes the usual norm in \mathbb{R}^n . The operator A^δ is nonnegative and self-adjoint in $L^2(\mathbb{R}^n)$ and the Schwartz space $\mathcal{S}(\mathbb{R}^n)$ is dense in $H^{2\delta}(\mathbb{R}^n)$. Note that $A^1 = A$ and $A^0 = I$. For $\beta \in \mathbb{N}^n$, say, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)$ we also define $D^\beta := \frac{\partial^{|\beta|}}{\partial x_1^{\beta_1} \dots \partial x_n^{\beta_n}}$, in

*Corresponding author. E-mail: science.edson@gmail.com.

[Home](#)[Journals](#)[Cart](#)[Log in / Register](#)[Search](#) Published between: and [Search syntax help](#)

Asymptotic behavior for Timoshenko systems with fractional damping

[Cite](#)

Article type: Research Article

Authors: [Oquendo](#), [Higido Portillo^{a,*}](#) | [da Luz](#), [Cleverson Roberto^b](#)

Affiliations: [a] Department of Mathematics, Federal University of Paraná, Brazil | [b] Department of Mathematics, Federal University of Santa Catarina, Brazil. E-mail: cleverson.luz@ufsc.br

Correspondence: [*] Corresponding author. E-mail: higido@ufpr.br.

Abstract: This article deals with the asymptotic behavior of the solutions of a Timoshenko beam with a fractional damping. The damping acts only in one of the equations and depends on a parameter $\theta \in [0,1]$. Timoshenko systems with frictional or Kelvin–Voigt dampings are particular cases of this model. We prove that, for regular initial data, the semigroup of this system decays polynomially with rates that depend on θ and some relations between the structural parameters of the system. We also show that the decay rates obtained are optimal and the only possibility to obtain exponential decay is when $\theta=0$ and the wave propagation speeds of the equations coincide.

Keywords: Timoshenko beam, frictional damping, Kelvin–Voigt damping, polynomial decay, exponential decay

DOI: 10.3233/ASY-191552

Journal: [Asymptotic Analysis](#), vol. 118, no. 1-2, pp. 123-142, 2020

Published: 14 May 2020

Price: EUR 27,50

[Add to cart](#)[Log in or register to view or purchase instant access](#)

Share this: [Twitter](#) [Facebook](#) [LinkedIn](#)

[+ Volume Pre-press](#)[+ Volume 122](#)[+ Volume 121](#)[+ Volume 120](#)[+ Volume 119](#)[- Volume 118](#)[Issue 4](#)[Issue 3](#)[Issue 1-2](#)[Show more](#)

Sign up today!

IOS
Press

**GET JOURNAL
NEWS DELIVERED
TO YOUR INBOX**



Click for details

Mathematics

Decay rates for second-order linear evolution problems with fractional laplacian operators

Cleverson Roberto da Luz¹ , Maíra Fernandes Gauer Palma¹ 

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, SC, Brasil

ABSTRACT

In this work we study the asymptotic behavior of solutions for a general linear second-order evolution differential equation in time with fractional Laplace operators in \mathbb{R}^n . We obtain improved decay estimates with less demand on the initial data when compared to previous results in the literature. In certain cases, we observe that the dissipative structure of the equation is of regularity-loss type. Due to that special structure, to get decay estimates in high frequency region in the Fourier space it is necessary to impose additional regularity on the initial data to obtain the same decay estimates as in low frequency region. The results obtained in this work can be applied to several initial value problems associated to second-order equations, as for example, wave equation, plate equation, IBq, among others.

Keywords: Asymptotic behavior; fractional Laplace operator; Fourier space; second-order equations

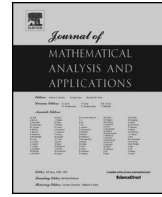
1 INTRODUCTION

We consider the following Cauchy problem with fractional Laplace operators in \mathbb{R}^n :

$$v_{tt}(t, x) + (-\Delta)^\delta v_{tt}(t, x) + (-\Delta)^\alpha v(t, x) + (-\Delta)^\theta v_t(t, x) = 0, \quad t \geq 0, x \in \mathbb{R}^n \quad (1)$$

with initial data

$$v(0, x) = v_0(x), \quad v_t(0, x) = v_1(x), \quad (2)$$



σ -evolution models with low regular time-dependent effective structural damping



Edson Cilos Vargas Junior, Cleverson Roberto da Luz*

Department of Mathematics, Federal University of Santa Catarina, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 June 2020
 Available online 3 February 2021
 Submitted by A. Lunardi

Keywords:

Wave equation
 Plate equation
 Fractional damping
 Sharp decay rates
 Effective damping
 Multiplier method

ABSTRACT

In this work we investigate decay rates for Sobolev solutions of σ -evolution equations in \mathbb{R}^n under effects of a damping term represented by the action of a fractional Laplacian operator and a time-dependent coefficient, $b(t)(-\Delta)^\theta u_t$. We assume the coefficient $b = b(t)$ is of low regularity with the shape of a regular function g , that is, $a_1 b(t) \leq g(t) \leq a_2 b(t)$ for large times. For this purpose, we developed a new technique to handle the lack of control of the derivative of $b = b(t)$.

© 2021 Elsevier Inc. All rights reserved.

1. Introduction

The main goal of this work is to achieve decay estimates of solutions to the following σ -evolution equation in \mathbb{R}^n under effects of a damping term represented by the action of a fractional Laplacian operator and a time-dependent coefficient:

$$u_{tt}(t, x) + (-\Delta)^\sigma u(t, x) + b(t)(-\Delta)^\theta u_t(t, x) = 0, \quad (t, x) \in (0, \infty) \times \mathbb{R}^n \tag{1.1}$$

with initial data

$$u(0, x) = u_0(x), \quad u_t(0, x) = u_1(x), \quad x \in \mathbb{R}^n, \tag{1.2}$$

where σ and θ are real numbers with $0 \leq \theta < \sigma$. The fractional operator $(-\Delta)^\delta$ is given by the standard definition by Fourier transform \mathcal{F} , that is, $(-\Delta)^\delta v := \mathcal{F}^{-1}(|\xi|^{2\delta} \mathcal{F}(v)(\xi))$ for $v \in H^{2\delta}(\mathbb{R}^n)$, with $|\cdot|$ being the usual norm in \mathbb{R}^n and $H^s = H^s(\mathbb{R}^n)$ the usual Sobolev space of L^2 functions equipped with the norm $\|\cdot\|_{H^s}$.

* Corresponding author.

E-mail addresses: science.edson@gmail.com (E.C. Vargas Junior), cleverson.luz@ufsc.br (C.R. da Luz).

II Simpósio Paranaense em Equações Diferenciais

Certificamos que **Cleverson Roberto da Luz**, da Universidade Federal de Santa Catarina, participou do II Simpósio Paranaense em Equações Diferenciais, realizado de 26 a 28 de novembro de 2019, nas dependências da Universidade Federal do Paraná, fazendo jus a carga horária de 22 horas, tendo apresentado a palestra *“Expoente crítico para uma classe de equações de evolução semilinear”*.

Curitiba, 28 de novembro de 2019.


Prof. Alexandre Kirilov
Comissão Organizadora



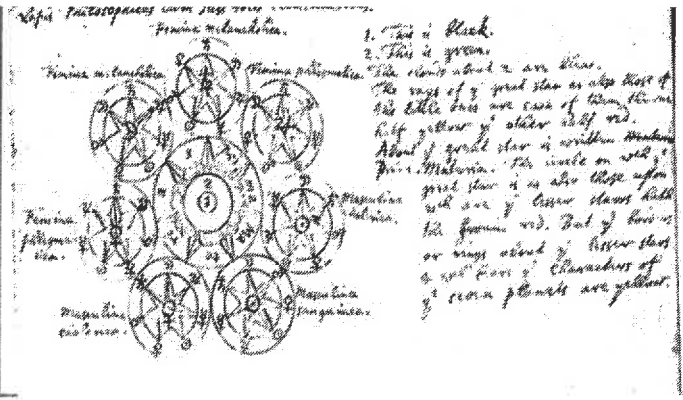


Carte de aceite

Caro Prof. Dr. Cleverson Roberto da Luz, em nome do Comitê Organizador tenho o prazer em confirmar que sua palestra intitulada “Decay rates for p-evolution equation under effects of a fractional damping with time-dependent coefficient” foi aceita para o Workshop em Equações de Evolução a ser realizado nos dias 20 e 21 de Novembro de 2018 no Departamento de Computação e Matemática na USP de Ribeirão Preto.

Ribeirão Preto, 17 de Outubro de 2018.


Prof. Dr. Marcelo Rempel Ebert



CERTIFICATE OF PARTICIPATION

Hereby we confirm that

__Cleverson Roberto da Luz, Federal University of Santa
Catarina – UFSC, Brazil__

has participated with the talk

__*Sigma-evolution Models with Time-Dependent Regular
Structural Damping: Effective and Non-Effective Dissipation*__

in the session *Recent progress in the equations of evolution* of the
12th ISAAC congress which was held at the University of Aveiro,
Aveiro, Portugal, on July 29 to August 02, 2019.

On behalf of the organization of ISAAC2019
Departamento de Matemática
Universidade de Aveiro

**Encaminhe-se à Câmara de Pesquisa, para manifestação.
Em, 29/04/2021**

Assinatura Proponente

.....

Aprovado na reunião da Câmara de Pesquisa do dia 30 de abril de 2021 (ata 250).

**Assinatura Coordenador de Pesquisa
Departamento de Matemática – UFSC**

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....