



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

SUMÁRIO

Requerente(s): **Prof^a. Sonia Elena Palomino Castro**

Título do Projeto: **Estabilidade e controle do crescimento de tumores cancerígenos sujeitos a resposta imunológica**

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



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SÍNTESE DO PROJETO DE PESQUISA

Situação: Encerrado

Número: 201804830

1. Título:

Estabilidade e controle do crescimento de tumores cancerígenos sujeitos a resposta imunológica

2. Resumo:

Usar a teoria de estabilidade, controle e a análise de sistemas não lineares no estudo de modelos matemáticos para o crescimento de tumores cancerígenos associado à resposta imunológica do organismo e perante ação de fármacos e/ou quimioterápicos. Esta pesquisa é multidisciplinar e está inserida na área de Biomatemática e Controle de Sistemas (com sub-área a Imuno-oncologia Matemática).

Nos últimos quinze anos, resultados da pesquisa experimental mostram que o sistema imunológico age numa forma dual: pode reconhecer e até eliminar os tumores malignos, mas também pode facilitar a sua proliferação [Dunn04, Milchor05, Chikezie09]. Muitas das pesquisas foram direcionadas em como melhorar a atividade antitumoral com estímulos do sistema imune com vacinas ou por injeção direta de células T ou citocinas [Kuznetsov91, Chikezie09, Sheu08, Bellomo00, Lopez14].

Nesta pesquisa se utilizará a modelagem matemática e a simulação numérica para facilitar quantitativamente o entendimento de como age o sistema imune ante o desenvolvimento da doença e sua resposta perante a ação de fármacos e quimioterapia. Para tal focamos o micro ambiente tumoral (células imunes, células endoteliais, etc) e as interações entre as células tumorais e os outros componentes do micro ambiente tumoral, entre outros. Isso pode ser feito nas diversas frentes biológicas: molecular, celular e tecidual.

Nesse sentido, os modelos matemáticos são uma ferramenta que ajudam no entendimento das interações das muitas componentes no micro ambiente tumoral fazendo com que pesquisadores de diversas áreas, incluindo os matemáticos, voltem seus esforços nessa direção.

Com a descrição anterior, a proposta multidisciplinar aqui apresentada tem o intuito de contribuir na pesquisa deste tipo de problemas usando as teorias de estabilidade, controle e análise dos sistemas dados nos modelos matemáticos que descrevem o crescimento de tumores cancerígenos submetidos à resposta imunológica.

Palavras-chave:

estabilidade de sistemas não lineares, controle de sistemas, modelagem matemática, crescimento de t;

3. Coordenador:

Nome: Sonia Elena Palomino Castro

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

Tipo: Professor (Coordenador)

Regime de Trabalho: DE

Valor Mensal: Sem remuneração

Forma de Remuneração: Sem bolsa

Carga Horária Semanal: 20.00h



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SÍNTESE DO PROJETO DE PESQUISA

Situação: Encerrado

Número: 201804830

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: 07/05/2018

6. Área do Projeto:

Grupo de Pesquisa: Engenharia Genômica e Engenharia Tecidual

7. Comitê de Ética:

Não se aplica;



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SÍNTESE DO PROJETO DE PESQUISA

Situação: Encerrado

Número: 201804830

8. Equipe do Projeto:

CPF / Nome	Tipo	Período	Depto/Curso	Valor Mensal / Valor Total	Teto Excedid	Carga Hora. Semanal	Paad	Situação
Sonia Elena Palomino Castro 120.552.388-09	Professor (Coordenador) 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

Número total de participantes na equipe do projeto: 1

0 externos à UFSC (0,00%)

1 vinculados à UFSC (100,00%)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SÍNTESE DO PROJETO DE PESQUISA

Situação: Encerrado

Número: 201804830

9. Financiamento:

Não se aplica.

10. Propriedade Intelectual:

Não se aplica.

11. Relatório Final:

Data efetiva de término: 01/05/2021

Data aprovação relatório final: 27/05/2021 - 16:29h

Tipo		Descrição
Produção bibliográfica	Trabalhos em eventos internacional	Combatiendo el câncer: Un Enfoque
Produção bibliográfica	Trabalhos em eventos nacional	Estudo qualitativo de um sistema que
Produção bibliográfica	Trabalhos em eventos nacional	S. Palomino; GITTENS, V.; SAMAME, J. C.
Produção bibliográfica	Trabalhos em eventos internacional	Modelagem matemática em Imuno-
Produção bibliográfica	Apresentação de trabalho ou]Modelagem Matemática, Simulações e
Produção bibliográfica	Apresentação de trabalho ou	O problema do câncer estudado também
Produção bibliográfica	Apresentação de trabalho ou	Um enfoque interdisciplinar do problema
Orientações	Dissertação de mestrado	Lizeane Borges Forte, Ensino de Sistemas
Orientações	Trabalho de conclusão de curso de	Victória Gittens, Simulação Numérica da
Produção bibliográfica	Trabalhos em eventos nacional	Lizeane Borges e Sonia Palomino, Um

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

Despesa realizada: R\$ 0,00

Saldo: R\$ 0,00

12. Movimentações:

Data	Responsável	Ação	Notificados	Comentários
03/04/2018 - 15:13h	Sonia Elena Palomino Castro	Criou o projeto		
04/04/2018 - 10:21h	Sonia Elena Palomino Castro	Enviou o projeto para aprovação	Cleverson Roberto da Luz	
05/04/2018 - 10:40h	Cleverson Roberto da Luz	Solicitou alterações	Sonia Elena Palomino Castro	
06/04/2018 - 15:55h	Sonia Elena Palomino Castro	Reenviou o projeto para aprovação	Cleverson Roberto da Luz	
01/05/2018 - 10:33h	Cleverson Roberto da Luz	Aprovou o projeto	Aldrovando Luis Azeredo Araujo	
07/05/2018 - 16:10h	Aldrovando Luis Azeredo Araujo	Aprovou o projeto	Sonia Elena Palomino Castro	
01/04/2021 - 06:00h		Prazo do projeto de pesquisa quase encerrado	Sonia Elena Palomino Castro, formulariopesquisa@contato.ufsc.br	



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SÍNTESE DO PROJETO DE PESQUISA

Situação: Encerrado

Número: 201804830

Data	Responsável	Ação	Notificados	Comentários
02/05/2021 - 04:00h		Prazo encerrado	Sonia Elena Palomino Castro, formulariopesquisa@contato.ufsc.br	
26/05/2021 - 10:17h	Sonia Elena Palomino Castro	Salvou relatório final		
26/05/2021 - 10:17h	Sonia Elena Palomino Castro	Enviou relatório final para aprovação	Cleverson Roberto da Luz	Semestre em fase de finalização e grande número de atividades, passou batido ter feito este relatório em tempo hábil. Agradeço.
27/05/2021 - 16:29h	Cleverson Roberto da Luz	Aprovou relatório final	Sonia Elena Palomino Castro	

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

CFM – UFSC

Relatório de Pesquisa

Nome do Projeto: **Estabilidade e Controle do crescimento
de tumores cancerígenos sujeitos á resposta
imunológica**

Palavras Chave: estabilidade de sistemas não lineares, controle de sistemas, modelagem matemática , crescimento de tumores, imunoncologia matemática

Proponente: Prof^a Sonia E. Palomino Castro

Período: Maio 2018 – Abril 2021

**Estabilidade e Controle do crescimento
tumores cancerígenos sujeitos á resposta imunológica
Período: Maio 2018 – Julho 2021**

1. Resumo do projeto

Usar a teoria de análise de estabilidade de sistemas não lineares no estudo de modelos matemáticos para o crescimento de tumores cancerígenos associado à resposta imunológica do organismo com e sem terapias (e, também perante ação de fármacos e/ou quimioterápicos). **Esta pesquisa é multidisciplinar** e está inserida na área da Imuno-oncologia Matemática do grande grupo Biomatemática e Controle de Sistemas.

Neste trabalho se fez uso da modelagem matemática e a simulação numérica para entendermos como age (ao longo do tempo e na formulação via EDOs) o sistema imune de um organismo com câncer ante o desenvolvimento da doença e sua resposta perante a ação de uma dada imunoterapia. São três as formas da resposta: crescimento ilimitado, apresentam-se oscilações ou o tumor fica em estado latente.

Na produção científica, os modelos matemáticos apresentados foram fundamentados com o estudo da parte qualitativa do(s) sistema(s) formulado(s) e propondo lemas e teoremas como mostrados nos trabalhos apresentados em eventos assim como nos artigos publicados e submetidos. Veja-o nas próximas seções.

O projeto findo agora contou com a parceria do pós-graduando em Oncologia, Dr Juan Carlos Samamé (afiliado ao Hospital Arzobispo Loaya) quem ajudou verificarmos as questões fisiológicas e microbiológicas tanto na proposta do modelo quanto nos resultados obtidos.

Este projeto multidisciplinar contribuiu na pesquisa deste tipo de problemas usando o estudo qualitativo e a teoria de estabilidade e análise dos sistemas dados nos modelos matemáticos nele propostos.

2. Resultados da pesquisa

Sobre a produção científica obtida:

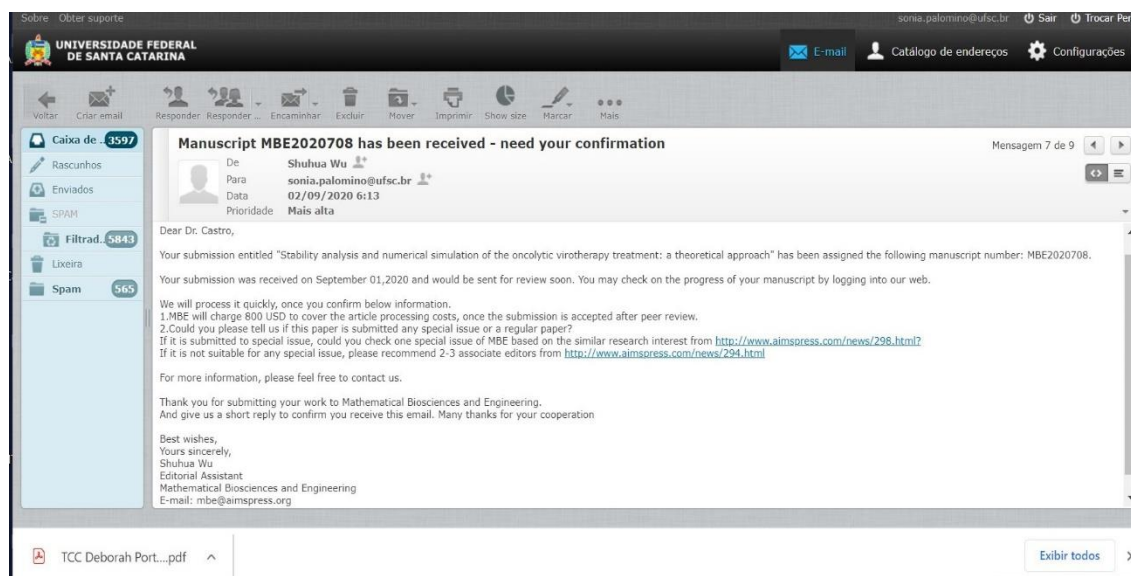
No período 2018-2021, o resultado do avanço da pesquisa teve uma produção científica realizando as seguintes atividades:

- Submissão de artigos e trabalhos.
- orientação na graduação,
- orientação na Pós-graduação,
- co-orientação na pós-graduação mtm
- participação em eventos submetidos e aprovados,
- participação em eventos a convite,
- proferindo palestras no PET- MTM.
- revisora de trabalhos de diversos eventos e revista.
- outras atividades para nossa universidade e pela Mulher em Matemática.

Essas atividades são:

2.1. Submissões de artigo e trabalho

[1] Submissão de artigo.





Research article

Stability analysis and numerical simulation of the oncolytic virotherapy treatment: a theoretical approach

Sonia Palomino Castro^{1*}, Victória Foyes Gittens¹ and Juan Carlos Samamé Perez Vargas²

¹ Department of Mathematics, Federal University of Santa Catarina, P.O. BOX 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brazil

² Hospital Nacional Arzobispo Loayza, Lima, Perú

* **Correspondence:** sonia.palomino@ufsc.br; Tel: +55-48-3721-3662; Fax: +55-48-3721-9688.

Abstract: In the last six years, along with immunotherapy, oncolytic virotherapy has become promising in the fight against cancer and is considered as a good treatment alternative. In this work, a model for oncolytic virotherapy is presented. It is based on target therapy hypothesis and using the switching effect, as an alternative to improve results in the stabilization time and in the evolution of the tumour density. A qualitative study of the model is carried out and, with a complete study of the stability analysis, we show that there is no dependence on the parameters in most cases. Numerical simulations reiterate theoretical findings showing that by a simple increase of one unit in the switching intensity, the stability time can be improved and a considerable reduction in the population density of tumour cells can happen, which can be very useful in some types of cancer.

Keywords: Mathematical modeling; immunotherapy; virotherapy; oncolysis; stability analysis

[2] Submissão no CNMAC 2021

2.2. Trabalhos Apresentados em Congresso

[3] Apresentação de Trabalho no XXXV CNMAC 2018.

2.3. Orientações

- [4] Lizeane Borges Forte, PROFMAT desde Agosto de 2019. Defendeu em Março 2021. Trabalhando com Modelagem Matemática para o ensino.
- [5] Victória Gittens, TCC defendido na Matemática em Dezembro de 2018.
- Victória Gittens, co-orientadora (ad honorem) na Pós-graduação em Matemática desde 2020.

2.4. Participação e apresentação em eventos locais, nacionais e internacionais

- [6] Sociedade Latino Americana de Biologia Matemática -SOLABIMA, Cuzco, 2017.
- [7] Participação no 2° SIMMAC, Congreso Internacional Multidisciplinário de Matemática, Março 2021.

2.5. Participação como palestrante em eventos a convite

- [8] 3o Encontro em Blumenau, EnBlu MTM- UFSC, 2018
- [9] SEMBIOMAT, 2018.
- [10] Palestra no PET 2018.
- [11] palestra no PET 2019.
- [12] palestra no PET 2021

2.6. Trabalhos de revisão

- [13] Revisora de artigos na revista TEMA
- [14] Revisora de trabalhos no ERMAC 2020, RS.
- [15] Revisora de trabalhos SOLABIMA, 2017.
- [16] Revisora CNAMC 2018 e ERMAC UFSC-Blum 2019.

2.7 Membro de Sociedades Científicas

- [17] Sociedade SBMAC- Brasil.
- [18] Sociedade Internacional SMB.
- [19] Sociedade Latino Americana SOLABIMA

2.7. Outros

[20] Membro do Subcomité Científico COVID19 - UFSC , Portaria 785/2020/GR.

Logo que a pandemia iniciou (Março 2020) fiz parte do Subcomité Científico no combate à pandemia COVID19-UFSC. Durante a pandemia a UFSC decidiu montar uma comissão e sub-comissões (entre elas a que eu participei) para definir e estudar cientificamente as condições de trabalho e estabelecer os protocolos das atividades da UFSC caso voltássemos a lecionar (estabelecemos três modalidades: remoto, semi-presencial e presencial). Para mim, e por ser da área de modelagem matemática, aquilo implicou fazer o levantamento bibliográfico e depois as leituras respectivas (junto com a interpretação dos modelos) de uma série de artigos publicados explicando os casos de China, Itália, Inglaterra entre outros para entender como poderíamos explicar o caso brasileiro e latino americano. Para tal, foram usados diversos modelos e vários métodos (determinísticos, estadísticos e

estocásticos) para o cálculo do R_t (parâmetro dinâmico que explica o estado de infecção de uma cidade ou país).

Foi um trabalho multidisciplinar composto por colegas das mais diversas áreas: Saúde Pública, Imunologistas, Micro-biologistas, Computação, Sociologia e Filosofia e da Matemática Aplicada. Trabalho em equipe muito árduo e prazeroso. Nosso trabalho foi aprovado pelo Conselho Universitário e após, amplamente divulgado para nossa universidade (incluindo seus polos). Trabalhamos nisso intensamente desde Março até Agosto de 2020. Minha atividade em particular terminou com o início do semestre remoto.

[21] Convite Palestra: *La mujer en Ciencias Matemáticas y su rol innovador*, VI Encuentro Nacional de Mujeres Peruanas en Ciencias Matemáticas, 2021.

3. Referências

- [1] S. Palomino, V. Gittens, J. C. Samamé, ***Stability Analysis and Numerical Simulation of the Oncolytic Virotherapy Treatment: A Theoretical Approach***, artigo em submissão, 2020.
- [2] Lizeane Borges & S. Palomino, ***Um relato de experiência do ensino de sistemas lineares usando modelagem matemática***, trabalho em submissão, CNMAC, 2021.
- [3] S. Palomino; GITTENS, V.; SAMAME, J. C. ***Simulação Numérica da Viroterapia Oncolítica como Tratamento de Câncer***, XXXV CNMAC, Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, São Carlos 2018 v.6. p.010207-1 - 010207-2.
- [4] Lizeane Borges Forte, ***Ensino de Sistemas Lineares usando Modelagem Matemática e registros de representação semiótica em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental***. Dissertação PROFMAT, 2021.
- [5] Victória Gittens, ***Simulação Numérica da Viroterapia oncolítica como tratamento de câncer***, TCC - Licenciatura em Matemática, Dezembro de 2018.
- [6] ***Modelagem matemática em Imuno-oncologia***. Palestra apresentada no X SOLABIMA, Cuzco, 2017.
- [7] Participação no 2º SIMMAC, 2021.

- [8] **Estudo qualitativo de um sistema que modela um problema de câncer com tratamento imunoterápico**. Palestra apresentada no 3o Encontro de Matemática em Blumenau - EnBlum, Blumenau, SC, 2018.
- [9] **Combatiendo el cáncer: Un Enfoque Interdisciplinar usando Modelamiento Matemático y Oncólisis**, XIV Seminário Internacional de Biomatemática -XIV SEMBIOMAT, Lima-Perú, 2018
- [10] *Modelagem Matemática, Simulações e Análise de Estabilidade de Problemas em Oncologia*, PET-MTM, 2018.
- [11] *O problema do câncer estudado também com Matemática*. PET-MTM, 2019.
- [12] *Um enfoque interdisciplinar do problema do câncer usando modelagem matemática com um novo tratamento: a imunoterapia*. PET- MTM, 2021
- [13] Revisora de artigos na revista TEMA.
- [14] Revisora de trabalhos para o ERMAC 2020, UFSM, Santa Maria.
- [15] Revisora de trabalhos SOLABIMA, 2017.
- [16] Revisora CNAMC 2018 e ERMAC UFSC-Blum 2019.
- [17] Sociedade SBMAC- Brasil.
- [18] Society Mathematical Biology SMB.
- [19] Sociedade Latino americana de Biologia Matemática SOLABIMA.
- [20] Portaria Sub-comité Científico 785/2020/GR.
- [21] Palestra á convite no VI Encuentro Nacional de Mujeres Peruanas en Ciencias Matemáticas, 2021.

4. Anexos da documentação

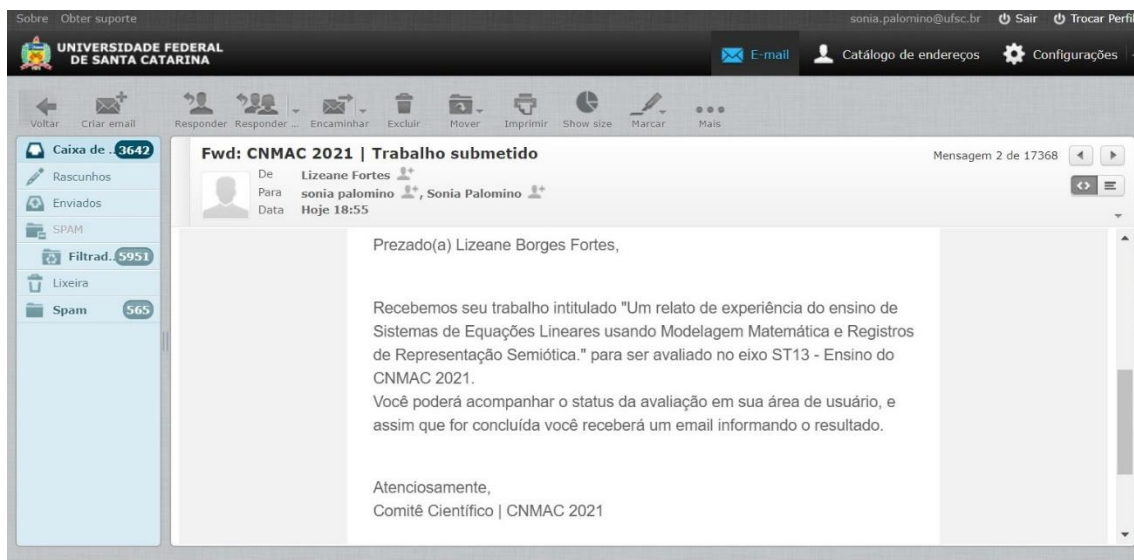
Florianópolis, 12 Maio de 2021

Prof^a Sonia Palomino Castro

ANEXOS

[1] S. Palomino, V. Gittens, J. C. Samamé, **Stability Analysis and Numerical Simulation of the Oncolytic Virotherapy Treatment: A Theoretical Approach**, (colocado acima).

[2] Lizeane Borges & S. Palomino, trabalho em submissão, CNMAC, 2021.



[3] S. Palomino; GITTENS, V.; SAMAME, J. C, Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Math, 2018, v.6. p.010207-1 - 010207-2.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 6, n. 2, 2018.

Trabalho apresentado no XXXVIII CNMAC, Campinas - SP, 2018.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Simulação Numérica da Viroterapia Oncolítica como Tratamento do Câncer

S. Palomino¹

Departamento de Matemática, UFSC, Florianópolis, SC

V. Gittens²

Departamento de Matemática, UFSC, Florianópolis, SC

J. C. Samamé-Pérez-Vargas³

Oncologia Médica, Hospital Nacional Arzobispo Loayza, Lima, Perú

Resumo. Neste trabalho é apresentado um modelo alternativo ao modelo dado no trabalho de Macnamara [1] usando viroterapia oncolítica para o tratamento do câncer. Após apresentação do modelo, as simulações mostradas devem indicar a aceleração ou não do processo evolutivo (no tempo) da população de células tumorais quando comparadas com os resultados do artigo em estudo.

Palavras-chave. Modelagem matemática, viroterapia, estabilidade, simulações numéricas.

Segundo Martin A. Nowak [2], o câncer pode ser encarado como uma evolução destrutiva por se livrar de mecanismos que foram desenvolvidos para nos proteger do mesmo. A prioridade quando se desenvolvem imunoterapias para câncer (referido em [4]) é a procura de mecanismos biológicos viáveis que levem à erradicação do câncer ou controle do mesmo. É bem conhecido o fato de que após uma reação positiva a um patógeno, a imunidade a longo prazo pode ser estimulada. Aproveitar o sistema de defesa que já possuímos através

[4] Lizeane Borges Forte, Dissertação PROFMAT, 2021.(ao final de todos)

[5] Victória Gittens, TCC - Licenciatura em Matemática, Dezembro de 2018.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA - TRINDADE
CEP: 88040-900 - FLORIANÓPOLIS - SC
TELEFONE: (48) 3721-4612
www.mtm.grad.ufsc.br / matematica@contato.ufsc.br

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins e efeitos que a Professora **Sonia Elena Palomino Castro** participou como membro (orientadora) da Banca Examinadora da Monografia “Simulação numérica da viroterapia oncolítica como tratamento do câncer”, conforme Portaria 29/2018/CCM, do Trabalho de Conclusão de Curso da acadêmica Victória Foyes Gittens, do Curso de Graduação em Matemática – Licenciatura, realizada em 19 de novembro de 2018.

Florianópolis, 19 de novembro de 2018

Sonia Elena Palomino Castro
Coordenadora de Curso

[6] *Modelagem matemática em Imuno-oncologia*. Palestra apresentada no X . . .

SOLABIMA, Cuzco, 2017.

SOLABIMA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE BIOMATEMÁTICA



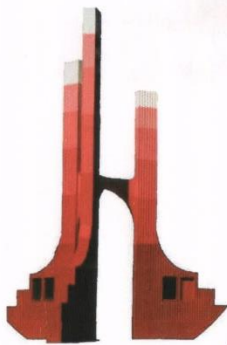
La Sociedad Latinoamericana de Biomatemática y la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco
certifican que

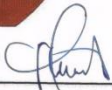
SONIA PALOMINO CASTRO

participó en calidad de ponente
de la Conferencia


MODELAGEM MATEMÁTICA EM IMUNO-ONCOLOGIA

del X Congreso Latinoamericano de Biomatemática, realizado en la Universidad Nacional de San
Antonio Abad del Cuzco, Perú, del 07 al 11 de agosto de 2017.





ALEJANDRO TITO TTICA
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
UNSAAC




ROXANA LÓPEZ CRUZ
PRESIDENTA
SOCIEDAD LATINOAMERICANA
DE BIOMATEMÁTICA



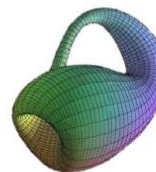

GUIDO ÁLVAREZ JAÚREGUI
PRESIDENTE
COMITÉ ORGANIZADOR
UNSAAC

[7] Participação no 2° SIMMAC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ciencias
Escuela Profesional de Matemática




CERTIFICADO


Otorgado a:

PALOMINO CASTRO, SONIA

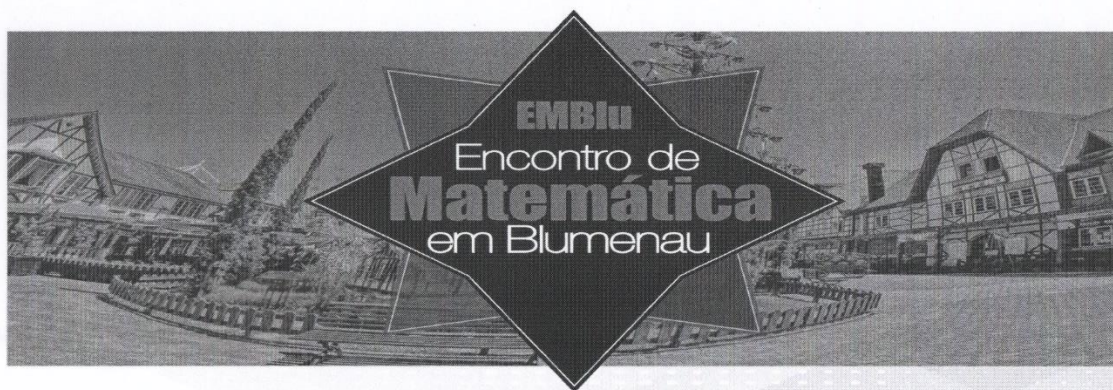
Por su participación como **ASISTENTE** en el SEGUNDO CONGRESO INTERNACIONAL MULTIDISCIPLINARIO DE MATEMÁTICA, evento realizado los días 15, 16, 17, 18 y 19 de marzo de 2021.

Lima, 19 de marzo de 2021.


Dr. Luis Ernesto Flores Luyo
Presidente del Comité Científico

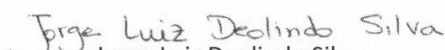

Mg. Manuel Toribio Cangana
Presidente del Comité Organizador

[8] Palestra no 3o EnBlum, Blumenau, SC, 2018.



CERTIFICADO

Certificamos que **Sônia Palomino Castro** participou do 3º Encontro de Matemática em Blumenau (EMBlu) nos dias 25 e 26 de outubro de 2018, na Universidade Federal de Santa Catarina campus Blumenau. Na ocasião, apresentou a palestra intitulada **“Estudo qualitativo de um sistema que modela um problema de câncer com tratamento imunoterápico”**.


Jorge Luiz Deolindo Silva
Coordenador do 3º EMBlu

[9] XIV SEMBIOMAT, Lima-Perú, 2018. .(ao final de todos)

[10, 11, 12], PET-MTM, 2018, 2019 e 2021.





UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL - PET / MTM



CERTIFICADO

Certifico que a **Prof.^a Dra. Sonia Palomino** ministrou a palestra "**O problema do câncer estudado também com Matemática**", com carga horária de uma hora, no dia 29 de Outubro de 2019 na Universidade Federal de Santa Catarina, promovida pelo Programa de Educação Tutorial – PET-Matemática.

Florianópolis, 29 de Outubro de 2019.

José Luiz Rosas Pinho
Tutor do PET Matemática - UFSC



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL - PET / MTM



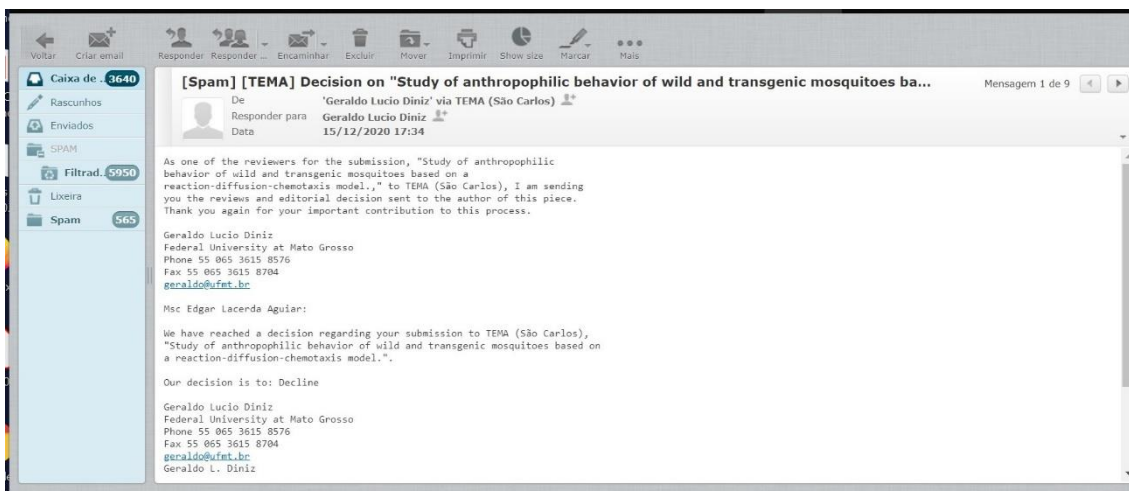
CERTIFICADO

Certifico que a **Prof.^a Dra. Sonia Palomino** ministrou a palestra "**O problema do câncer estudado também com Matemática**", com carga horária de uma hora, no dia 29 de Outubro de 2019 na Universidade Federal de Santa Catarina, promovida pelo Programa de Educação Tutorial – PET-Matemática.

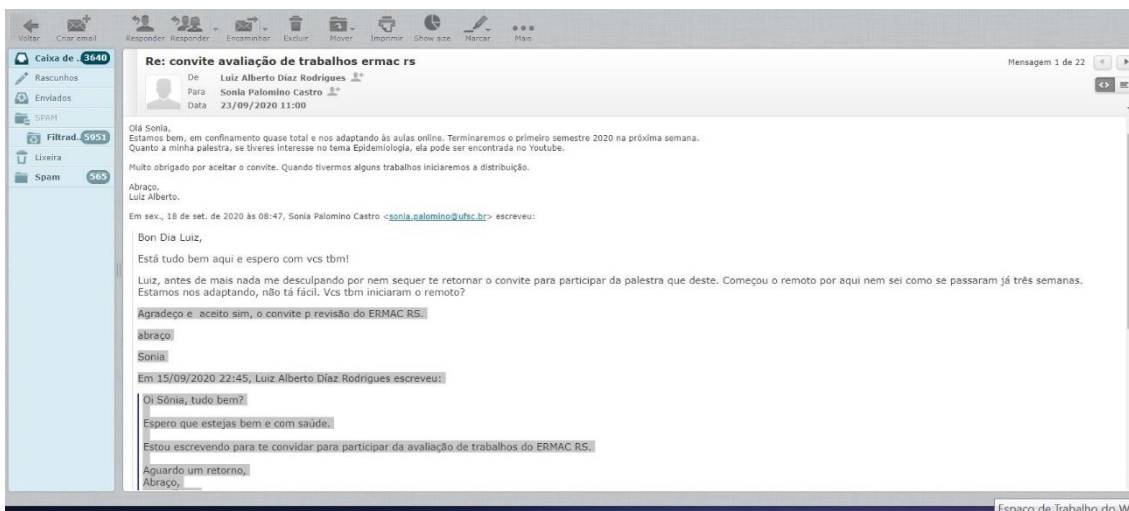
Florianópolis, 29 de Outubro de 2019.

José Luiz Rosas Pinho
Tutor do PET Matemática - UFSC

[13] Revisora de artigos na revista TEMA.



[14] Revisora de trabalhos para o ERMAC 2020, RS.



[15] Revisora de trabalhos SOLABIMA, 2017



[16] Revisora CNAMC 2018 e ERMAC UFSC-Blum 2019,

16/04/2018

Convite revisora CNMAC 2018

Assunto **Convite revisora CNMAC 2018**
De Geraldo L. Diniz <dinizgl@gmail.com>
Para Sonia Palomino <sonia.palomino@ufsc.br>
Data 2018-04-16 11:47
Prezada Sonia:



Gostaria de convidá-la para atuar como revisora dos trabalhos submetidos ao CNMAC 2018, na área de Biomatemática.
Caso tenha disponibilidade para aceitar farei seu cadastro para poder atribuir os trabalhos.

Desde já agradeço por sua colaboração.

Cordiais saudações,

Prof. Geraldo Lucio Diniz
DMAT - ICET - UFMT,
78.060-900, Cuiaba/MT - Brazil

PS.: não sei o que está havendo com o servidor de mensagens da UFMT, por isto enviei novamente o convite por aqui.

07/05/2019

Convite: I ERMAC (UFSC - BLUMENAU)

Assunto **Convite: I ERMAC (UFSC - BLUMENAU)**
De <francis.cordova@ufsc.br>
Para Sonia Elena Palomino Castro <sonia.palomino@ufsc.br>
Data 2019-04-04 11:29



Bom dia,

em nome da comissão organizadora do ERMAC/Blumenau gostaria lhe convidar a participar do evento revisando alguns trabalhos das sessões técnicas e poster, e ao mesmo tempo a apresentar seu trabalho na sessão técnica de Biomatemática.

fico a disposição para qualquer informação que precises.

Att.

Francis Félix Córdova Puma.

<Convite>

Prezada Professora Sonia Elena Palomino Castro,

Gostaríamos de lhe convidar a participar como revisor dos trabalhos do **I Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional**, o qual será realizado em Blumenau/SC entre os dias 24 e 26 de Julho de 2019 no campus da Universidade Federal de Santa Catarina.

O trabalho de revisão será realizada no período 15 Abril até 10 Maio (O processo será feito por e-mail)

Caso aceite ser revisor dos trabalhos em **Biomatemática** ou **Matemática Aplicada à Engenharia** ou qualquer uma das áreas de abrangência do evento, pedimos que responda este e-mail indicando o código da área que gostaria atuar como avaliador.

ET1 Análise Matemática
ET2 Biomatemática
ET3 Computação Científica
ET4 Computação Gráfica
ET5 Controle e Teoria de Sistemas
ET6 Matemática Aplicada à Economia e Finanças
ET7 Matemática Aplicada à Engenharia
ET8 Matemática Aplicada à Física
ET9 Matemática Discreta
ET10 Mecânica dos Fluidos e Aplicações
ET11 Métodos Estocásticos e Estatísticos
ET12 Métodos Numéricos e Aplicações
ET13 Modelagem Matemática e Aplicações
ET14 Otimização
ET15 Problemas Inversos
ET16 Processamento de Sinais

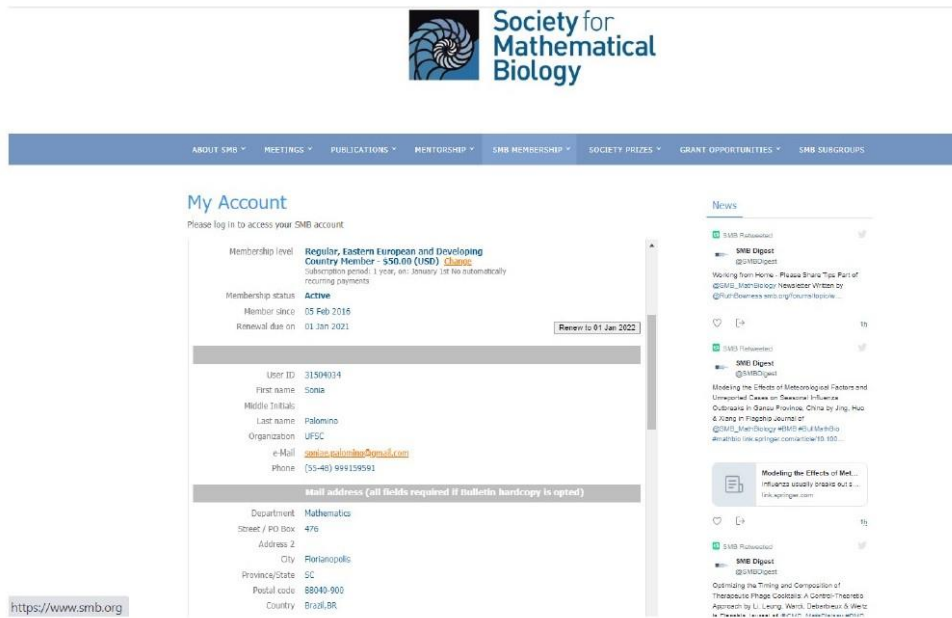
De igual forma lhe convidamos a participar da Seção Técnica de sua área de pesquisa, todos os detalhes do evento se encontram em <http://ermac.blumenau.ufsc.br/>

Atenciosamente,

ERMAC-2019 / Comitê Editorial.

[17] Sociedade SBMAC- Brasil.(no final)

[18] Society Math Biology

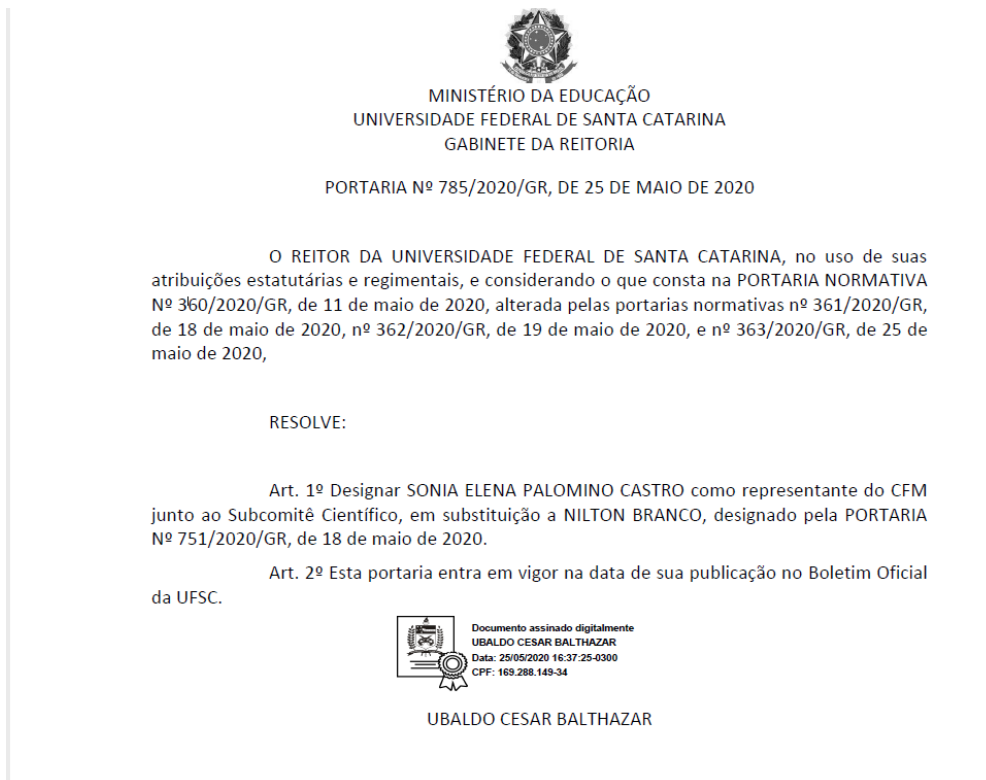


The screenshot displays the 'My Account' page of the Society for Mathematical Biology website. The page is divided into several sections:

- Membership Information:** Shows the user is a 'Regular, Eastern European and Developing Country Member' for \$50.00 (USD) per year, with a subscription period from January 1st to January 31st. The membership status is 'Active', starting on 05 Feb 2016 and renewing on 01 Jan 2021.
- User Profile:** Lists personal details including User ID (315040314), First name (Sonia), Middle Initials, Last name (Palomino), Organization (UFSC), e-Mail (sonia@ufsc.br), and Phone (55-48) 994195991.
- Mail Address:** Provides the mailing address: Department (Mathematics), Street / PO Box (476), Address 2, City (Florianopolis), Province/State (SC), Postal code (88040-900), and Country (Brazil).
- News:** A sidebar on the right shows recent news items, including 'SMB Digest' and articles like 'Working from Home: Please Share Your Part of COVID-19 Research' and 'Modeling the Effects of Meteorological Factors and Unreported Cases on Seasonal Influenza Outbreaks in Qianxi Province, China by Jing, Hao & Xiang in PLoS One'.

[19] Sociedade Latino americana de Biologia Matemática SOLABIMA.(no final)

[20] Portaria Sub-comitê Científico 785/2020/GR. .



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
GABINETE DA REITORIA

PORTARIA Nº 785/2020/GR, DE 25 DE MAIO DE 2020

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, no uso de suas atribuições estatutárias e regimentais, e considerando o que consta na PORTARIA NORMATIVA Nº 360/2020/GR, de 11 de maio de 2020, alterada pelas portarias normativas nº 361/2020/GR, de 18 de maio de 2020, nº 362/2020/GR, de 19 de maio de 2020, e nº 363/2020/GR, de 25 de maio de 2020,

RESOLVE:

Art. 1º Designar SONIA ELENA PALOMINO CASTRO como representante do CFM junto ao Subcomitê Científico, em substituição a NILTON BRANCO, designado pela PORTARIA Nº 751/2020/GR, de 18 de maio de 2020.

Art. 2º Esta portaria entra em vigor na data de sua publicação no Boletim Oficial da UFSC.

Documento assinado digitalmente
UBALDO CESAR BALTHAZAR
Data: 25/05/2020 16:37:25-0300
CPF: 169.288.149-34

UBALDO CESAR BALTHAZAR

[21] Palestra á convite no VI Encontro Nacional de Mulheres Peruanas em Ciências Matemáticas, 2021.



VI ENCUENTRO NACIONAL DE MUJERES
PERUANAS EN CIENCIAS MATEMÁTICAS
"La mujer en Ciencias Matemáticas y su rol innovador"
Perú 12 marzo 2021

Lima, 04 de febrero 2021

Oficio No. 6 – MPCM-21

Sra. Dra.

SONIA PALOMINO

Universidade Federal de Santa Catarina

Presente

Es grato dirigirme a Usted para expresarle nuestro cordial saludo a nombre del Comité Organizador del VI Encontro Nacional de Mulheres Peruanas em Ciências Matemáticas con el tema

"La mujer en Ciências Matemáticas y su rol innovador"

Conocedoras del trabajo científico que usted lleva a cabo, es que la invitamos como **CONFERENCISTA** en nuestro evento.

El *VI Encontro Nacional de Mulheres Peruanas em Ciências Matemáticas (VI ENMPCM)* es el evento central de nuestro Grupo y en esta oportunidad se llevará a cabo de manera virtual el **viernes 12 de marzo del 2021**. Este evento tiene la finalidad de reconocer el trabajo de las mujeres peruanas em Ciências Matemáticas.

Nuestro grupo tiene como objetivos, promover una mayor participación de las mujeres em investigaciones em ciencias matemáticas, así como reconocer la labor que ejerce la Mujer Peruana estudiosa de las ciencias matemáticas em nuestra sociedad.

Aprovechando este evento, también celebraremos por segunda vez el **DIA INTERNACIONAL DE LAS MATEMÁTICAS** (14 de marzo) proclamado por la UNESCO em su 40ava sesión de la Conferencia General del 26 de noviembre, 2019.

Estaremos honradas de contar con su presencia virtual.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Simulação Numérica da Viroterapia Oncolítica como Tratamento do Câncer

S. Palomino ¹

Departamento de Matemática, UFSC, Florianópolis, SC

V. Gittens ²

Departamento de Matemática, UFSC, Florianópolis, SC

J. C. Samamé-Pérez-Vargas³

Oncologia Médica, Hospital Nacional Arzobispo Loayza, Lima, Perú

Resumo. Neste trabalho é apresentado um modelo alternativo ao modelo dado no trabalho de Macnamara [1] usando viroterapia oncolítica para o tratamento do câncer. Após apresentação do modelo, as simulações mostradas devem indicar a aceleração ou não do processo evolutivo (no tempo) da população de células tumorais quando comparadas com os resultados do artigo em estudo.

Palavras-chave. Modelagem matemática, viroterapia, estabilidade, simulações numéricas.

Segundo Martin A. Nowak [2], o câncer pode ser encarado como uma evolução destrutiva por se livrar de mecanismos que foram desenvolvidos para nos proteger do mesmo. A prioridade quando se desenvolvem imunoterapias para câncer (referido em [4]) é a procura de mecanismos biológicos viáveis que levem à erradicação do câncer ou controle do mesmo. É bem conhecido o fato de que após uma reação positiva a um patógeno, a imunidade a longo prazo pode ser estimulada. Aproveitar o sistema de defesa que já possuímos através de vacinas é, há tempos, um importante aliado no combate de doenças e infecções. Com relação ao câncer, foram propostas estratégias para otimizar a imunidade e uma delas é o uso da viroterapia oncolítica, utilizada desde 2015, quando o tratamento com o talimogene (T-VEC) foi aprovado para o melanoma [5]. Esta terapia baseia-se na geração de uma resposta anti-tumoral direta, infectando a célula tumoral com vírus (naturais ou geneticamente modificados) gerando sua subsequente lise e, portanto, *neo-antígenos* relacionados ao tumor, que servem para promover uma resposta imune local adaptável à distância. Os principais vírus que estão sendo utilizados em ensaios clínicos e pré-clínicos são o Adenovírus, Herpesvírus, Vaccinia, Reovírus ou Coxsackievírus, entre outros; testados em modelos murinos e em humanos (em neoplasmas múltiplos) principalmente no caso de gliomas e tumores pancreáticos.

Da mesma forma como é estudado clinicamente, a utilização de modelos matemáticos [1, 3, 4] ajuda na compreensão de como as células tumorais são atingidas quando se usa a viroterapia oncolítica. E, é esse o assunto que abordamos neste trabalho.

¹sonia.palomino@ufsc.br

²vicgittens@gmail.com

³jcsamamepv@gmail.com

Para modelar a interação entre tumor e vírus, consideremos as seguintes populações (em densidade): células doentes não infectadas x_u e infectadas x_i , células imunes de memória x_m e efectoras x_e , e as partículas de vírus x_v . Aqui, as partículas de vírus são os *Vesicular Stomatitis Virus*, e as células de memória efectoras são do tipo $CD8^+$.

As equações abaixo levam em consideração o fato de que a proliferação das células efectoras é estimulada pela presença de partículas livres de vírus e das células doentes não infectadas. Dessa forma, a diferença de [1] e com base em trabalhos anteriores [3,4], neste trabalho propomos estudar o seguinte modelo:

$$\begin{aligned} \dot{x}_u &= r x_u \left(1 - \frac{x_u + x_i}{k}\right) - d_u \left(\frac{x_u^n}{h_u^n + x_u^n}\right) x_v - d_u x_u \left(\frac{x_e^n}{h_e^n + x_e^n}\right) \\ \dot{x}_i &= d_u \left(\frac{x_u^n}{h_u^n + x_u^n}\right) x_v - \delta x_i - d_u x_i \left(\frac{x_e^n}{h_e^n + x_e^n}\right) \\ \dot{x}_m &= p_m \left(\frac{x_v^n}{h_u^n + x_v^n}\right) x_m \left(1 - \frac{x_m}{M}\right) \\ \dot{x}_e &= p_e \frac{(x_v + x_u)^t}{h_u^t + (x_v + x_u)^t} x_m - d_e x_e - d_t x_u x_e, \quad t \leq n \\ \dot{x}_v &= \delta b x_i - \omega x_v \end{aligned} \tag{1}$$

com condições iniciais $x_u(0) = x_{u0}, x_i(0) = x_{i0}, x_m(0) = x_{m0}, x_e(0) = x_{e0}, x_v(0) = x_{v0}$ (t, n são inteiros positivos). Pela limitação de espaço, os parâmetros do modelo serão definidos posteriormente. Os resultados das simulações indicarão a aceleração (ou não) da evolução do crescimento das células tumorais no tempo. Também, compararemos os resultados com aqueles descritos no modelo em [1].

Referências

- [1] C. K. Macnamara and R. Eftimie. Memory versus effector immune responses in oncolytic virotherapy. *J. Theor. Biol.* 377: 1-9, 2015. DOI: 10.1016/j.jtbi.2015.04.004
- [2] M. Nowak. *Evolutionary Dynamics: Exploring the Equations of Life*. Harvard University Press, Cambridge, 2006.
- [3] S. Palomino, J.C. Samamé, Análise de estabilidade de um problema em imuno-oncologia: uma abordagem teórica, *Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics*, volume 5 (1), 2017. DOI:10.5540/03.2017.005.01.0073.
- [4] S. Palomino, Análise da estabilidade de um problema em imuno-oncologia: uma abordagem teórica ampliada, *Trends in Appl. and Comput. Math.*, volume 18 (3), 493-514, 2017. DOI:10.5540/tema.2017.018.03.0493.
- [5] J. Pol, G. Kroemer and L. Galluzzi. First oncolytic virus approved for melanoma immunotherapy. *OncoImmunol.*, 5 (1), 2016. DOI: 10.1080/2162402X.2015.1115641.

DECLARAÇÃO

Declaramos que **Sonia Palomino Castro**, CPF: 120.552.388-09 esteve ativa na Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional – SBMAC nos anos de 2005, 2007, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020.

São Carlos, 08 de julho 2020.



Pablo Martín Rodríguez
Presidente

SBMAC - Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional
Edifício Medical Center - Rua Maestro João Seppe, n°. 900, 16°. andar - Sala 163
São Carlos - SP Cep. 13561-120
Tel/Fax: (16) 3412-9752
CNPJ: 51.793.982/0001-57
e-mail: sbmac@sbmac.org.br
home-page: www.sbmac.org.br



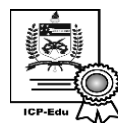
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA – PROFMAT

Ata da Sessão de Apresentação e Defesa Pública de Dissertação de Mestrado do Curso de Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT da Universidade Federal de Santa Catarina, feita perante a Comissão Examinadora designada pela Coordenadora do Curso de Mestrado Profissional em Matemática - PROFMAT por meio da Portaria 01/PROFMAT/2021 de três de março de dois mil e vinte e um. No dia vinte e cinco de Março de dois mil e vinte e um, as 14 horas, por meio de sistema de áudio e vídeo em tempo real, de acordo com a Portaria Normativa nº 2/2020/PROPG, realizou-se a sessão de apresentação e defesa pública de Dissertação de Mestrado de **Lizeane Borges Fortes**, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Matemática, com Área de Concentração em “Ensino Básico em Matemática – PROFMAT”. A Comissão Examinadora esteve composta pelos Professores Dr^a. Sonia Elena Palomino Castro (Orientadora – Profmat – UFSC, Dr^a Elisabete Zardo Búrigo (UFRGS), Dr^a Maria Inez Cardoso Gonçalves (Profmat - UFSC) e Dr^a. Rosilene Beatriz Machado (PROFMAT -UFSC). Foi apresentado pela candidata supracitada o trabalho intitulado “**Ensino de sistemas lineares usando modelagem matemática e registros de representação semiótica em uma turma do 9º ano do ensino fundamental**”. Após a apresentação de 30 minutos feita pela candidata, a mesma foi arguida pela Comissão, respondendo de modo satisfatório às perguntas formuladas. Em seguida, a Comissão procedeu à avaliação da dissertação da defesa. Às 15 horas e 52 minutos foi reaberta a sessão, e em conformidade com o disposto no artigo sessenta e cinco da Resolução Normativa nº 95/CUn/2017, a candidata foi **APROVADA**. Foi concedido pela banca examinadora, além dos 30 dias previsto na Resolução nº 95/CUn/2017, mais 0 (zero) dias, para a entrega da versão final junto à Biblioteca Universitária e à secretaria do curso. Às 15 horas e 57 minutos foi encerrada a sessão, do qual eu, Sonia Elena Palomino Castro, lavrei a presente ata que vai assinada por mim, pela candidata e pelos membros da Comissão Examinadora. Florianópolis, vinte e cinco de Março de 2021.



Documento assinado digitalmente
Lizeane Borges Fortes
Data: 25/03/2021 18:09:41-0300
CPF: 791.669.110-87
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Lizeane Borges Fortes



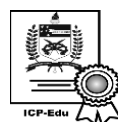
Documento assinado digitalmente
Sonia Elena Palomino Castro
Data: 26/03/2021 08:11:27-0300
CPF: 120.552.388-09
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Dr^a. Sonia Elena Palomino Castro



Documento assinado digitalmente
Maria Inez Cardoso Gonçalves
Data: 25/03/2021 17:25:18-0300
CPF: 908.897.119-68
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Dr^a. Maria Inez Cardoso Gonçalves



Documento assinado digitalmente
Rosilene Beatriz Machado
Data: 25/03/2021 20:42:44-0300
CPF: 052.714.649-89
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Dr^a. Rosilene Beatriz Machado

Dr^a Elisabete Zardo Búrigo

PROCESSO Nº 201804830

**Encaminhe-se à Câmara de Pesquisa, para manifestação.
Em, 13/05/2021**

Assinatura Proponente

.....

Aprovado na reunião da Câmara de Pesquisa do dia 26 de maio de 2021 (ata 251).

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

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