

## INTRODUÇÃO AO CÁLCULO EM ESCALAS TEMPORAIS E ESTUDO DE EQUAÇÕES DINÂMICAS

Ronaldo Pereira Murakami Filho (PIC/UEM), Patricia Hilario Tacuri Córdova (Orientadora), e-mail: ra117100@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas/Maringá, PR.

### Matemática - Análise

**Palavras-chave:** escalas temporais, equações dinâmicas, cálculo.

### Resumo:

Neste projeto será apresentada as ideias iniciais do cálculo em escalas temporais, partindo das definições básicas da área (definições estas que servirão como base para tudo que se segue) e percorrendo os conceitos de diferenciação, integração e regra da cadeia nesse contexto. Além disso, também será retratado as equações dinâmicas, começando pelo plano complexo de Hilger, a função exponencial, entre outras coisas, para então chegarmos nos teoremas iniciais das equações dinâmicas, teoremas estes que culminarão em uma aplicação que utilizará de todos os conceitos anteriores para visualizar, na prática, a utilização das ferramentas estudadas em um cenário sobre a população da cigarra da espécie *magicada septendecim*.

### Introdução

O cálculo em escalas temporais, introduzido em 1988 por Stefan Hilger em sua tese de doutorado, visa unificar a análise contínua e a análise discreta em uma única teoria, generalizando conceitos elementares do cálculo (derivada, integral, regra da cadeia etc.) para funções cujo os domínios são formados por pontos densos e dispersos (sendo esses conjuntos *escalas temporais*). Além disso, também será exposto neste trabalho a expansão dessas ideias para o âmbito das equações, isto é, a generalização das equações diferenciais ordinárias (EDOs) e as equações de diferenças (EDDs) em um único tipo de equações denominadas equações dinâmicas. Assim, será possível estudar um cenário no contexto das ciências biológicas sobre a população de uma certa espécie de cigarra em que sua população cresce exponencialmente após estas cigarras saírem do solo e reproduzirem, mas depois as cigarras morrem e, depois de 17 anos, novas cigarras saem do solo, mas com sua população dobrada em relação ao final do crescimento exponencial das novas cigarras. Mais precisamente, podemos modelar a população dessas cigarras usando uma escala temporal, juntamente de uma equação dinâmica regressiva com o valor inicial estudados.

## Resultados e Discussão

Estudos individuais dos tópicos do programa por parte do aluno; Participação do aluno em seminários periódicos com a orientadora para que o mesmo exponha os resultados obtidos e esclareça suas possíveis dúvidas; Aprendizagem e utilização da linguagem LaTeX para a preparação de relatórios em nível de editoração internacional.

## Conclusões

Tendo em vista o estudo apresentado neste trabalho, é possível chegar a algumas conclusões. Primeiramente, é notável a utilidade do cálculo em escalas temporais para estudos envolvendo funções com domínio constituído por partes contínuas e discretas, através da generalização presente nessa teoria. Ademais, as equações dinâmicas expandem essa generalização, possibilitando aplicações em diversos âmbitos de pesquisa; informação visível na aplicação feita nesse projeto, ao generalizar equações de teorias distintas em uma única teoria.

Além disso, um ponto que, de forma particular, me agradou durante o decorrer do projeto foi o fato de que o cálculo em escalas temporais e as equações dinâmicas já possuem uma base sólida na análise matemática e suas teorias se expandem para diversos ramos da mesma. Isso possibilitou um estudo claro e sem muitas complicações, além de me fazer pesquisar e conhecer mais tópicos relacionados aos que eu já havia estudado, abrindo caminho para pensar em um projeto futuro. Entretanto, eu também reconheço que uma teoria sólida não implica em uma teoria amplamente conhecida, isto é, muito difundida em meios acadêmicos e com muitos pesquisadores investindo seu tempo para ampliá-la. Assim, como essa teoria foi introduzida muito recentemente, ainda há muito para explorar, conhecer e desenvolver, realidade infeliz para a área, mas que traz grande ânimo para querer ajudá-la a progredir.

Por fim, concluo citando a importância deste estudo para meu desenvolvimento acadêmico, pois além de me fazer conhecer assuntos que tangenciam as disciplinas convencionais do curso de matemática na UEM, também me ajudou na forma que eu estudo/assisto as aulas e me motivou para participar em eventos e difundir tudo que eu estudei nesse espaço de tempo.

## Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora, Patricia Hilario Tacuri Córdova, por todo o apoio e ao programa PET juntamente da FNDE.

## Referências

ALEXANDER, Richard D.; MOORE, Thomas E. The evolutionary relationships of 17-year and 13-year cicadas, and three new species (Homoptera, Cicadidae, Magicicada). 1962.

BOHNER, Martin; PETERSON, Allan. Dynamic equations on time scales: An introduction with applications. Springer Science & Business Media, 2001.

CHRISTIANSEN, Freddy; FENCHEL, Tom M. (Ed.). Measuring selection in natural populations. Springer Science & Business Media, 2012.

HILGER, Stefan. Ein maßkettenkalkül mit anwendung auf zentrumsmannigfaltigkeiten. 1988. Tese de Doutorado.

LIMA, Elon Lages. Análise real. Rio de Janeiro: Impa, 2004.