

# Eixo de Representação e Simulação

Relatório do grupo de  
Revisão do Projeto Pedagógico do BC&T  
Eixo de Representação e Simulação

Santo André, 12 de Maio de 2014

<b>1. Introdução</b>	<b>3</b>
PARTICIPANTES	4
<b>2. Diagnóstico</b>	<b>6</b>
<b>3. Créditos e Adequação Horária</b>	<b>9</b>
<i>Funções de Várias Variáveis</i>	9
<i>Geometria Analítica</i>	9
<i>Introdução à Probabilidade e Estatística</i>	9
<i>Funções de uma Variável</i>	9
JUSTIFICATIVAS PARA A ALTERAÇÃO DA CARGA HORÁRIA	10
<i>Percepção do Corpo Docente</i>	10
<i>Comparativo com Outros Bacharelados em Ciência e Tecnologia</i>	11
<i>Comparativo com Outros Cursos</i>	12
<i>Comparativo com Outra Área do Bacharelado em Ciência e Tecnologia UFABC</i>	13
<i>Comparativo com a Universidade de Stanford</i>	14
IMPORTÂNCIA DAS DISCIPLINAS DO EIXO PARA O BC&T E PÓS-BC&T	15
<b>4. Consolidação e Melhoria das Ementas</b>	<b>20</b>
METODOLOGIA	20
PRINCIPAIS ALTERAÇÕES	20
EQUIVALÊNCIAS ENTRE DISCIPLINAS	21
BASES MATEMÁTICAS	21
FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL	22
GEOMETRIA ANALÍTICA	22
FUNÇÕES DE VÁRIAS VARIÁVEIS	22
INTRODUÇÃO ÀS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS	23
INTRODUÇÃO À PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	23
<b>5. Medidas para a Melhoria do Processo Ensino Aprendizado</b>	<b>25</b>
AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM	25
CURSO DE INSERÇÃO UNIVERSITÁRIA	25
CURSOS UNIFICADOS E HOMOGENEIZAÇÃO	26
ASSISTENTE DOCENTE E MONITORES	27
MAPEAMENTO DAS DIFICULDADES DOS ALUNOS	27
<b>6. Orientações e Recomendações para os Cursos Pós-BC&amp;T</b>	<b>28</b>
<b>7. Apêndice A - Ementas</b>	<b>29</b>
BASES MATEMÁTICAS	30
FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL	33
GEOMETRIA ANALÍTICA	36
FUNÇÕES DE VÁRIAS VARIÁVEIS	38
INTRODUÇÃO ÀS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS	40
INTRODUÇÃO À PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA	42

“Learn from the mistakes of others. You can never live long enough to make them all yourself.”

Groucho Marx

# 1. Introdução

Esse documento contém a síntese dos resultados obtidos pelo grupo de trabalho que discutiu as disciplinas do eixo de Representação e Simulação do Bacharelado em Ciência e Tecnologia da UFABC.

Esse grupo foi formado majoritariamente pelo corpo docente das disciplinas do Eixo (geralmente, mas não exclusivamente, docentes ligados aos cursos de Bacharelado em Matemática, Licenciatura em Matemática e Bacharelado em Computação). Também contamos com a participação de um representante do CECS, o Prof. Antônio Gallego e um representante da Coordenação do BC&T, que em diversas reuniões foi o próprio Coordenador do BC&T Prof. Wesley Góis. Ressaltamos a ausência nas discussões de um representante do CCNH e de representante discente, apesar dos convites.

As discussões que levaram a formulação desse documento ocorreram em 4 reuniões presenciais divididas nos seguintes temas:

- Créditos e Adequação Horária das Disciplinas;
- Consolidação e Melhoria das Ementas (2 reuniões);
- Medidas para a Melhoria do Processo Ensino Aprendizado.

O relatório que apresentamos segue a mesma divisão conceitual.

# Participantes

## **Daniel Miranda Machado - Responsável por conduzir as discussões do Eixo**

1. Alexei Magalhães Veneziani - Coordenador do Bacharelado em Matemática
2. Ana Carolina Boero
3. Antônio Cândido Faleiros
4. Armando Caputi
5. Antônio Garrido Gallego - Representante do CECS.
6. Celso Chikahiro Nishi
7. Cristian Favio Coletti
8. Edson Alex Arrázola Iriarte
9. Eduardo Gueron
10. Francisco José Brabo Bezerra
11. Igor Leite Freire
12. Jeferson Cassiano
13. Jeronimo Pelegrini
14. João Carlos da Motta Ferreira
15. João Paulo Gois
16. Marcelo Bussotti Reyes - Vice-diretor do Centro de Matemática, Computação e Cognição
17. Márcio Fabiano da Silva
18. Maria de Lourdes Merlini Giuliani
19. Mariana Rodrigues da Silveira
20. Mauricio Firmino - Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Matemática
21. Mauricio Richartz
22. Norberto Anibal Maidana
23. Rafael de Mattos Grisi
24. Roberto Venegeroles Nascimento
25. Rodrigo Fresneda
26. Rodrigo de Alencar Hausen
27. Sandra Maria Zapata Yepes
28. Sinuê Dayan Barbero Lodovici
29. Valdecir Marvule
30. Vínicius Cifu Lopes

31. Virginia Cardia Cardoso
32. Vivili Maria Silva Gomes
33. Welington Vieira Assunção
34. Wesley Góis - Coordenador do Bacharelado em Ciência e Tecnologia
35. Zhanna Gennadyevna Kuznetsova

## 2. Diagnóstico

A etapa inicial da discussão passou pela elaboração de um diagnóstico das principais dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem das disciplinas do eixo. Nesse diagnóstico foram consideradas as avaliações institucionais executadas pela CPA, os processos de auto-avaliação organizadas em algumas disciplinas do eixo, e a opinião dos coordenadores de disciplinas e docentes. Para o diagnóstico dos ingressantes foram utilizadas também diversas avaliações diagnósticos, elaboradas pelos docentes de Bases Matemáticas.

A seguir apresentamos um compêndio significativo, mas não exaustivo, de algumas dessas dificuldades:

- Uma parcela significativa dos ingressantes não estão preparados para prosseguir o ensino superior, possuindo déficits de formação que dificultam o bom acompanhamento das disciplinas.
- Em diversas disciplinas do eixo, os docentes não conseguem ministrar de modo adequado o conteúdo considerado mínimo. A quadrimestralidade e a baixa carga horária de algumas disciplinas, obrigam o docente a não ministrar tópicos fundamentais da ementa.
- Uma parcela significativa dos discentes apresenta dificuldades de apreender o conteúdo ministrado nas disciplinas.
- Uma parcela significativa dos discentes apresenta, ao cursar uma determinada disciplina, dificuldades decorrentes do aprendizado inadequado de conceitos de disciplinas prévias. Ressaltamos que um caso emblemático dessa dificuldade ocorre na disciplina de Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias, onde uma parcela significativa das dificuldades provém do aprendizado de conceitos ministrados em Funções de uma Variável.
- Queixas por parte da comunidade discente que alguns (poucos) docentes não cumprem a ementa.
- A comunidade docente e a comunidade discente avaliam que há pouco tempo para exemplos, resolução de exercícios, maturação etc.
- Uma parcela significativa dos discentes avaliam que existe uma forte disparidade nos processos de avaliação de aprendizado de distintos docentes
- Docentes que ministram disciplinas específicas, dos mais variados cursos, queixam-se frequentemente sobre o fato dos alunos não conhecerem algum tópico elementar ministrado numa das disciplinas do eixo, como resolver uma integral, resolver uma equação diferencial, parametrizar uma região, etc.

Um resumo da situação do ensino das disciplinas do eixo é que temos uma efetividade reduzida do processo de ensino aprendido, altos índices de reprovação nas disciplinas, e principalmente um processo **estressante** de ensino aprendido.

Esse processo é desgastante tanto para o corpo discente que se sente pressionado a um ritmo trabalho excessivo, por falta de tempo de maturação, por falta de tempo de absorver e praticar os conceitos fundamentais num processo que é uma bola de neve formada pelo acúmulo de dificuldades, algumas provenientes de um ensino médio deficitário e outras novas, decorrentes da não absorção e interiorização de conceitos ensinados em disciplinas requisitos, ou mesmo numa etapa anterior da disciplina.

Mas também desgastante para o corpo docente, que se vê pressionado a cumprir ementas não realistas, pressionado com a questão se vai conseguir ministrar minimamente o conteúdo de modo a não prejudicar o desenvolvimento posterior do aluno. E frustrado pela baixa efetividade do processo de ensino aprendido e o conseqüentemente baixo aproveitamento por parte dos alunos.

## O preconceito sobre rigor matemático

É importante destacar que ao contrário do preconceito difundido em alguns setores da comunidade docente não acreditamos que o “**rigor matemático**” seja a causa central ou mesmo um dos fatores mais relevantes para os problemas de aprendizado listados acima. Nessa direção destacamos que esse tema não aparece, exceto em casos isolados, nos processos de auto avaliações das disciplinas.

Colocados os problemas acima, vislumbra-se uma série de medidas para aprimorar o processo de ensino aprendizagem:

- Adequação da carga horária de algumas disciplinas;
- Melhorias na ementa;
- Utilização de ferramentas de ensino aprendido.

Em conjunto a adoção dessas três medidas pode melhorar o processo de ensino aprendido ajudando ou quiçá sanando a maior parte dos problemas diagnosticados acima.

Com mais tempo, melhores ementas, e a utilização de diversas ferramentas de ensino aprendizados esperamos:

- Desenvolver um processo de ensino num ritmo adequado, aumentando o espaço para resolução de problemas, revisões, etc. Exemplos dessa mudança ocorreriam com o aumento de créditos das disciplinas de Funções de uma Variável, Introdução à Probabilidade e Estatística e Geometria Analítica;
- Que o aluno tenha em tempo maior de depurar e amadurecer certos conceitos. Isso



pode ser obtido distribuindo melhor os conceitos ao longo de diferentes disciplinas. Um exemplo de uma mudança que propomos nesse sentido é o deslocamento do conceito de limite de funções para Bases Matemáticas;

- Que o aluno aprenda bem os conceitos fundamentais, o que pode facilitar toda a sua trajetória acadêmica. Por isso um dos principais focos da discussão dentro do eixo é melhorar o ensino dos conteúdos de Limite, Derivada e Integral, aumentando a dispersão temporal e conseqüentemente o tempo de maturação, e bem como aumentando o tempo de resolução de exercícios, de revisão, etc.;
- Aumentar as atividades individuais dos alunos, estruturado o aprendizado extra-sala.
- Aumentar as atividades de *feedback* rápido, propiciando ao docente e ao discente um panorama precoce e constante das dificuldades do processo de ensino aprendizagem;
- Ao termos ementas factíveis, que possamos cobrar que os docentes cumpram as ementas;
- Melhorando o aprendizado dos conceitos chave e aumentando o espaço para a resolução de problemas e exercícios em sala e extra-sala, esperamos que os alunos adquiram adequadamente os conhecimentos para prosseguir nos estudos no BC&T e pós BC&T não encontrando dificuldades futuras acarretadas por uma má absorção dos conteúdos das disciplinas pregressas;
- Definindo claramente os objetivos da disciplinas, as competências e habilidades a serem adquiridas e a serem mensuradas no processo de avaliação, diminuir a heterogeneidade entre os modos que a disciplina são ministradas.

# 3. Créditos e Adequação Horária

Posto os problemas acima, um dos passos fundamentais para a atenuação de alguns desses problemas é a adequação entre a carga horária e a ementa das disciplinas.

É um diagnóstico **unânime** que temos problemas graves de adequação da ementa a carga horária nas disciplinas de:

- Funções de uma Variável
- Geometria Analítica
- Introdução à Probabilidade e Estatística
- Funções de Várias Variáveis

Vamos analisar detalhadamente cada uma dessas disciplinas a seguir.

## Funções de Várias Variáveis

Para a disciplina de Funções de Várias Variáveis, a proposta é a redução da ementa. Assim essa disciplina passaria a tratar apenas da parte escalar da teoria de Várias Variáveis, diga se de passagem, prática corrente para a maioria dos docentes.

## Geometria Analítica

Em termos gerais a ementa de Geometria Analítica foi considerada adequada e sem espaços para reduções, porém sua carga horária foi considerada insuficiente.

A posição **unânime** é a de aumentar a carga horária para 4 créditos (TPI - 4-0-4).

Justificativas mas detalhadas se encontram na seção seguinte.

## Introdução à Probabilidade e Estatística

Novamente em termos gerais a ementa de Introdução à Probabilidade e Estatística foi considerada adequada e sem espaços para reduções, porém sua carga horária foi considerada insuficiente.

A posição **unânime** é a de aumentar a carga horária para 4 créditos (TPI - 4-0-4).

Justificativas mas detalhadas se encontram na seção seguinte.

## Funções de uma Variável

Sendo uma das disciplinas fundamentais do Bacharelado em Ciência e Tecnologia e sem dúvida a disciplina essencial do Eixo, a proposta ideal seria que essa disciplina tivesse seus créditos aumentados para 6 créditos com TPI 6-0-6.

Um resumo das justificativas para o aumento de crédito é a centralidade e importância da disciplina para o Bacharelado em Ciência e Tecnologia e bem como para os cursos pós BC&T,

e as consequências desastrosas para a trajetória acadêmica de boa parte dos alunos de não ter adquirido bem esses conceitos fundamentais.

Uma parcela significativa dos docentes que participaram da discussão acredita que entre os exemplos da nocividade do mal aprendizado de Funções de uma Variável, estão os altos índices de reprovação de Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias e Funções de Várias Variáveis, disciplinas que deveriam ter um grau de dificuldade menor e índices de reprovação menores, para os que possuem um bom conhecimento de Limite, Derivada e Integral.

**Ressalva:** apesar de acreditamos na importância, para a melhoria do processo ensino aprendido, da utilização de meios que favoreçam e estimulem o aprendizado individual, acreditamos que nas disciplinas que estamos propondo aumento da carga didática, esses meios utilizados sem a complementação da carga horária seriam ineficientes. As principais razões para isso são: que as disciplinas de Funções de uma Variável e Geometria Analítica são ministradas numa fase inicial da vida universitária, fase na qual o aluno ainda não está plenamente maduro para o aprendizado autônomo e que no caso de Geometria Analítica e Introdução à Probabilidade e Estatística a carga horária é extremamente baixa, mesmo para ministrar os conteúdos de maneira superficial.

Justificativas mais detalhadas se encontram na seção seguinte.

## Justificativas para a Alteração da Carga Horária

### Percepção do Corpo Docente

O primeiro argumento para o aumento da carga didática se baseia na percepção pelo corpo docente que a carga horária é insuficiente. Essa percepção é justificada e fundamentada pelas dificuldades listadas na seção 2.

A reforma do Bacharelado em Ciência e Tecnologia 2009 diminuiu a carga didática de Geometria Analítica e Introdução à Probabilidade e Estatística à revelia da opinião do corpo docente que ministra a disciplina.

Na primeira versão do Projeto Pedagógico do Bacharelado em Ciência e Tecnologia:

- FUV tinha 6 créditos;
- IPE tinha 4 créditos<sup>1</sup>;
- GA tinha 4 créditos;

E importante destacar que o corpo docente se manifestou contra essa mudança naquele instante e inúmeras outras oportunidades desde então.

---

<sup>1</sup> No primeiro esboço do projeto pedagógico do BC&T a disciplina de IPE tinha 6 créditos.

Esse tema vem sendo discutido amplamente nos últimos 4 anos e em pelo menos dois instantes foi votado um posicionamento oficial sobre essa questão:

- Na plenária do BM 2012;
- Na plenária do BM 2014;

Em todas essas reuniões a votação pela necessidade do aumento de créditos foi **unânime**. Esse tema já foi tratados em CI's à duas coordenações do Bacharelado em Ciência e Tecnologia, assinada por um número substancial de coordenadores de disciplinas.

### Comparativo com Outros Bacharelados em Ciência e Tecnologia

Desde a criação do Bacharelado em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal do ABC, inúmeros outros Bacharelados em Ciência e Tecnologia foram criados, utilizando o Projeto Pedagógico do Bacharelado em Ciência e Tecnologia da UFABC como modelo e inspiração. Um fato relevante é que nos novos Bacharelados em Ciência e Tecnologia criados a carga horária das disciplinas do Eixo de Representação e Simulação foram aumentadas, corrigindo a discrepância sobre a qual estamos dissertando.

Cursos	Carga Horária (disciplinas básicas de Matemática)
BC&T - UNIFESP <sup>2</sup>	Cálculo I - 6 créditos semestrais
BC&T - UNIFAL <sup>3</sup>	Cálculo I - 6 créditos semestrais
BC&T - UFVJM <sup>4</sup>	Cálculo I - 5 créditos semestrais Cálculo II - 5 créditos Probabilidade e Estatística-4 crédito semestrais
BC&T - UFERSA <sup>5</sup>	Disciplinas de 4 créditos semestrais. Mas FUV é equivalente a Cálculo I e II (8 créditos)
BC&T - UFSJ <sup>6</sup>	FUV é equivalente a Cálculo I com 72 horas

Tabela 1: Comparativo da carga horária de Funções de uma Variável em diversos BC&T's

<sup>2</sup> PP do BC&T Unifesp <http://www.sjc.unifesp.br/portal/bct>

<sup>3</sup> PP do BCT UNIFAL <http://www.unifal-mg.edu.br/academico/sites/default/files/Projeto%20Pedag%C3%B3gico%20vers%C3%A3o%20para%20o%20CEPE-20-06-10.pdf>

<sup>4</sup> PP do BC&T Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri <http://www.ict.ufvjm.edu.br/bc-t/ementas>

<sup>5</sup> PP do BC&T UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO [http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/72/PPC%20BCT%20UFERSA\\_reformulado2011\\_1.pdf](http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/72/PPC%20BCT%20UFERSA_reformulado2011_1.pdf)

<sup>6</sup> PP do BC&T Universidade Federal de São João del Rei [http://www.ufsj.edu.br/portal2repositorio/File/soces/Res042ConepPPCBacharelado\\_Ciencia\\_e\\_Tecnologia\\_BCT\\_CAP\\_Anexo%281%29.pdf](http://www.ufsj.edu.br/portal2repositorio/File/soces/Res042ConepPPCBacharelado_Ciencia_e_Tecnologia_BCT_CAP_Anexo%281%29.pdf)

É importante destacar aqui que os outros cursos de BC&Ts possuem um número total de disciplinas obrigatórias bem menor que o nosso. Assim a carga horária das disciplinas equivalentes as disciplinas do Eixo de Representação e Simulação é menor, mas sua carga comparativa é maior. Ressaltamos que vários docentes que participaram da discussão acreditam que esse modelo de BC&T menor é um modelo melhor e tal prática deveria ser seguida no BC&T da UFABC, com a redução do número de obrigatórias em todos os eixos. A tabela abaixo mostra a discrepância entre carga horária reservada a esses assuntos no BC&T da UFABC e em diversos BC&Ts de outras instituições.

### Comparativo com Outros Cursos

Apesar do caráter único e inovador do Bacharelado em Ciência e Tecnologia da UFABC, o conteúdo das disciplinas do Eixo de Representação e Simulação, são similares e ou iguais aos praticados em diversos cursos considerados mais tradicionais.

A tabela abaixo mostra a discrepância entre carga horária reservada a disciplinas de conteúdos similares as disciplinas do Eixo de Representação e Simulação no Bacharelado em Ciência e Tecnologia e em outros cursos tradicionais.

Ressaltamos que para a comparação abaixo foram excluídas as disciplinas de Cálculo Numérico, Álgebra Linear, etc. Se adicionarmos essas disciplinas ao cenário a disparidade aumenta ainda mais, pois a carga dessas disciplinas também é menor ou igual que a praticada em outras IFES.

Cursos	Carga Horária <sup>7</sup> (considerando apenas disciplinas básicas de conteúdos similares de Matemática)
UNICAMP- Engenharia Elétrica <sup>8</sup>	405hrs
USP - São Carlos Engenharia Mecatrônica <sup>9</sup>	360hrs
UFMG - Engenharia Civil <sup>10</sup>	360hrs
UFABC - BC&T	264hrs

*Tabela 2: Carga horária dedicada a disciplinas de conteúdos similares as do Eixo de*

<sup>7</sup> Disciplinas de Conteúdos Similares, apenas. Excluindo dessa comparação Álgebra Linear e Cálculo Numérico

<sup>8</sup> PP Engenharia Elétrica - UNICAMP

<sup>9</sup> <http://www.dac.unicamp.br/sistemas/catalogos/grad/catalogo2012/proposta/sug11.html>

<sup>9</sup> <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=18&codcur=18250&codhab=0&tipo=N>

<sup>10</sup> <https://www2.ufmg.br/civil/civil/Home/Grade-Curricular/VERSAO-2010-1>

### Representação e Simulação em diversos cursos.

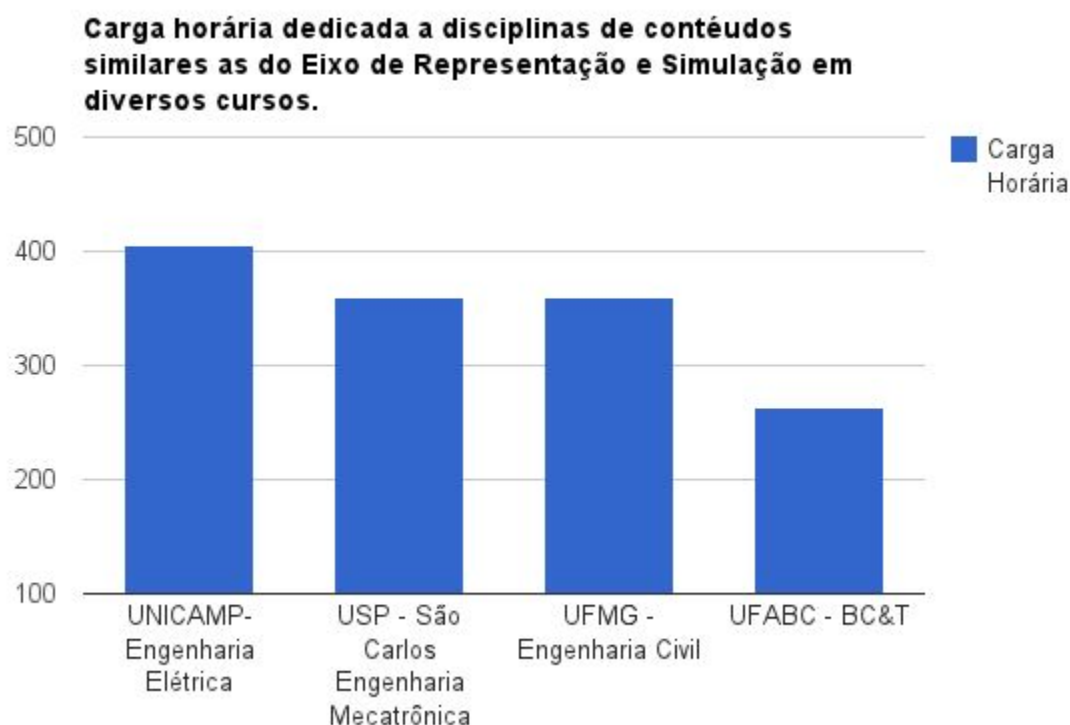


Figura 3: Carga horária dedicada as disciplinas de conteúdos similares as do Eixo de Representação e Simulação em diversos cursos.

### Comparativo com Outra Área do Bacharelado em Ciência e Tecnologia UFABC

O Projeto Pedagógico da UFABC preconiza menos horas em sala de aula e a própria natureza do regime quadrimestral implica, de modo geral, em redução das horas em sala de aula, mas quando comparamos essa redução com outras áreas e eixos do BC&T podemos constatar que essa redução é mais acentuada e drástica com as disciplinas de Matemática.<sup>11</sup>

UNICAMP - "Disciplinas de Matemática"	26 créditos - de 15 horas
UNICAMP - "Disciplinas de Física"	24 créditos - de 15 horas
UFABC - "Disciplinas de Matemática"	18 créditos - de 12 horas
UFABC - "Disciplinas de Física" <sup>12</sup>	20 créditos - de 12 horas

Tabela 4: Redução da carga horária das disciplinas de Física e Matemática da UFABC em

<sup>11</sup> Para o cálculo não foram consideradas as disciplinas do 1º Quadrimestre do BC&T.

<sup>12</sup> Para esse cálculo consideramos: F. Mecânicos, F. Térmicos, F. Elétricos, Física Quântica e Interações A.e M. Não contabilizamos nenhum crédito para BECN, Estrutura da Matéria, EOCU.

relação a UNICAMP.

Para que a proporcionalidade fosse mantida, as disciplinas do eixo de Representação e Simulação deveriam ser ministradas com 21,7 créditos.

Um cenário alternativo pode ser obtido adicionando também as disciplinas do 1º quadrimestre, para que a proporcionalidade fosse mantida, as disciplinas do eixo de Representação e Simulação deveriam ser ministradas com 26 créditos e atualmente teríamos  $22=18+4$  créditos, considerando Bases Matemáticas.

**Ressalva:** O mapeamento de conceitos acima é inerentemente subjetivo. A postura que adotamos foi a de obter uma estimativa conservadora, de pior cenário para a carga horária do eixo.

### Resumo Geral:

Os diversos cursos considerados em nossas comparações, possuem elementos comuns, que destacamos a seguir:

- Funções de uma Variável é ministrada em 6 horas semanais nos mais diferentes cursos, às vezes divididas em 4 teóricas e 2 práticas (15 semanas);
- Geometria Analítica é ministrada em 4 horas semanais (15 semanas);
- Introdução à Probabilidade e Estatística é ministrada em 4 horas semanais, e algumas instituições é ministrada em 6 horas semanais (15 semanas).

### Comparativo com a Universidade de Stanford

Como apresebamos acima, no Brasil, o conteúdo equivalente a FUV é ministrado em Cálculo I, em aproximadamente 90 horas-aula. Nos Estados Unidos, o curso universitário equivalente com menor carga horária que encontramos foi na Universidade de Stanford: disciplina Math 41<sup>13</sup> com 5 horas-aula por semana durante 10 semanas e parte da disciplina Math 42<sup>14</sup> 5 horas-aula por semana, até a sexta semana. Assim, temos um total de 80 horas-aula. Lembrando que esse conteúdo é ministrado na UFABC em 48 horas-aula.

Ressaltamos porém que os cursos Math 41 e 42 são classificados pela própria Stanford como **accelerated pace**. A recomendação da própria Stanford:

"if it's been a year or more since your last math class (...) you should consider instead entering the Math 19-20-21 sequence -- even if you did well in calculus in high school."<sup>15</sup>

Com conteúdo equivalente ao abordado em FUV, esses três cursos possuem uma carga horária de aproximadamente 100 horas-aula.

---

<sup>13</sup> <http://www.stanford.edu/class/math41/>

<sup>14</sup> <http://www.stanford.edu/class/math42/>

<sup>15</sup> <http://www.stanford.edu/class/math41/>

## Importância das disciplinas do Eixo para o BC&T e Pós-BC&T

Finalmente um dos argumentos mais fortes a favor do aumento da carga horária está na centralidade das disciplinas de Matemática para o BC&T e para o pós BC&T.

Os conceitos ensinados nas disciplinas permeiam o pensamento científico moderno, e os conceitos e ferramental matemático são utilizados num número enorme de áreas. A importância desses conceitos para a formação do BC&T e pós BC&T pode ser apreciada quando relacionamos as disciplinas obrigatórias do BC&T conjuntamente com o número de disciplinas que possuem esta como recomendação direta ou indireta (recomendando uma disciplina que recomenda direta ou indiretamente esta disciplina).

Disciplina	Disciplinas da UFABC que possuem ela como recomendação, direta ou indireta	Créditos
Funções de Uma Variável	219	4
Geometria Analítica	134	3
Fenômenos Mecânicos	117	5
Fenômenos Térmicos	96	4
Fenômenos Eletromagnéticos	57	5
Funções de Várias Variáveis	54	4
Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias	41	4
Processamento da Informação	41	5
Natureza da Informação	40	3
Origem da Vida e Diversidade dos Seres Vivos	29	3
Introdução à Probabilidade e Estatística	26	3
Bases Epistemológicas da Ciência Moderna	13	3
Transformações Químicas	8	5
Transformações nos Seres Vivos e Ambiente	8	3



Transformações Bioquímicas	4	5
Comunicação e Redes	0	3
Interações Atômicas e Moleculares	0	3
Energia: Origens, Conversão e Uso	0	2

Tabela 5: Número de recomendações por disciplina obrigatória do BC&T.

Disciplinas	Números de Cursos da UFABC (pós BC&T e pós BC&H) que possuem disciplinas obrigatórias que recomendam essa disciplina
Bases Computacionais da Ciência	12
Bases Experimentais das Ciências Naturais	0
Estrutura da Matéria	0
Bases Matemáticas	18
Origem da Vida e Diversidade dos Seres Vivos	3
Natureza da Informação	12
Fenômenos Mecânicos	10
Transformações nos Seres Vivos e Ambiente	1
Funções de uma Variável	17
Geometria Analítica	14
Processamento da Informação	12
Fenômenos Térmicos	10
Transformações Químicas	2
introdução às Equações Diferenciais Ordinárias	11
Bases Epistemológicas da Ciência Moderna	3
Comunicação e Rede	0
Fenômenos Eletromagnéticos	10
Transformações Bioquímicas	2
Funções de Várias Variáveis	8
Estrutura e Dinâmica Social	1

Energia: origem, conversão e uso	0
Física Quântica	3
Ciência, Tecnologia e Sociedade	0
Introdução à Probabilidade e Estatística	6
Interações Atômicas e Moleculares	0

Tabela 6: Número de cursos da UFABC que possuem disciplinas obrigatórias que recomendam essa disciplina.

O papel central de Funções de uma Variável é ilustrado pelo grafo a seguir

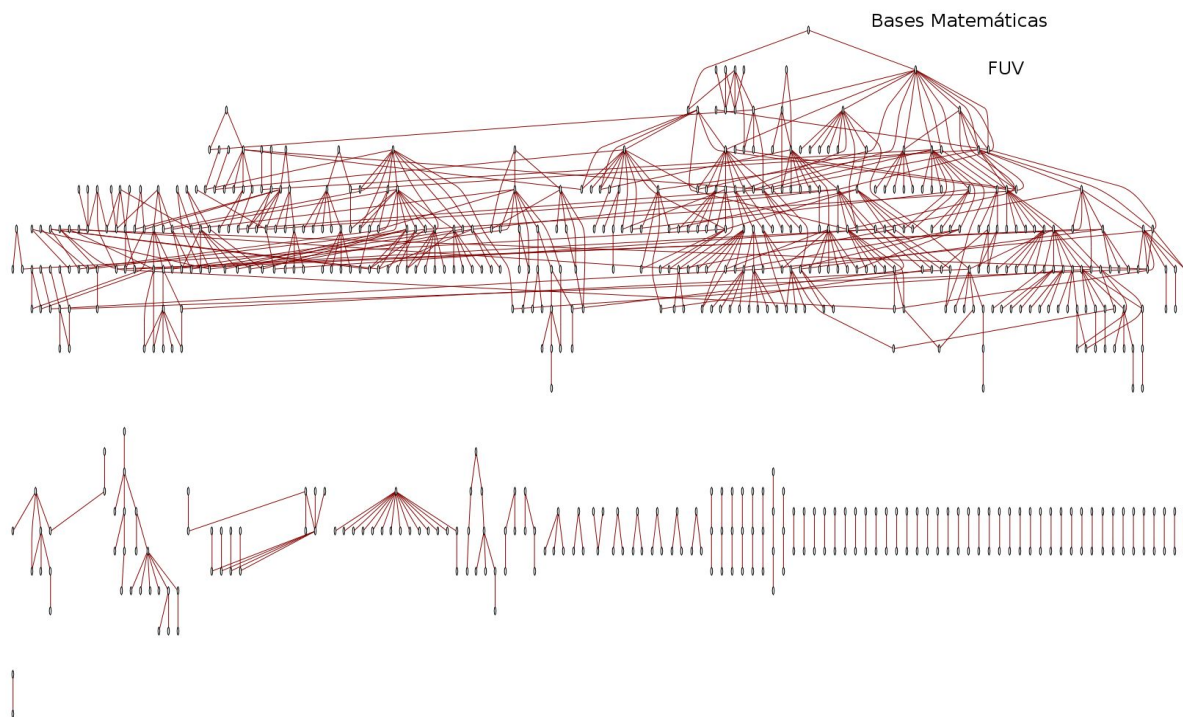


Figura 6: Grafo em camadas de todas as disciplinas da UFABC, ligadas por recomendação

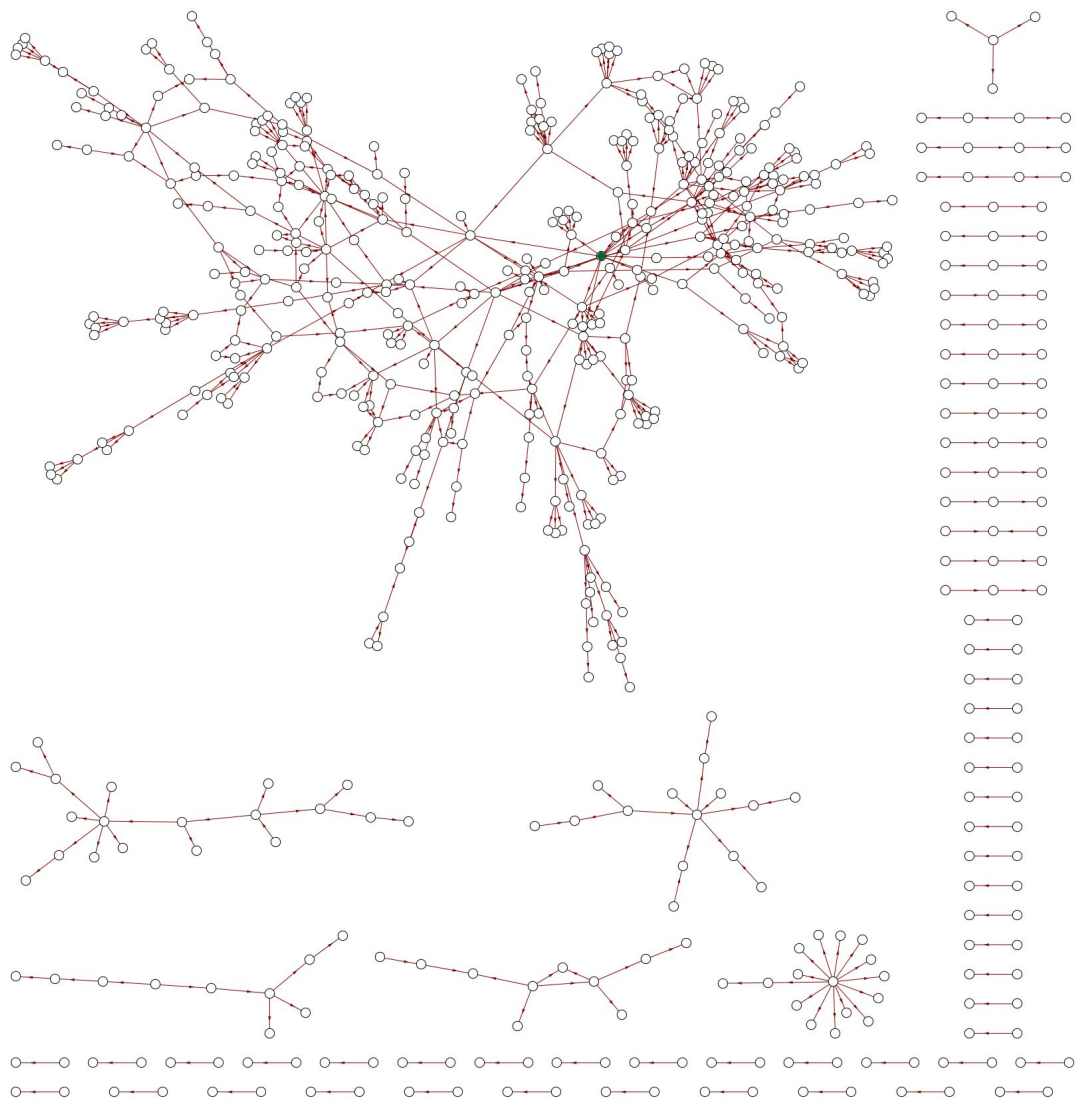


Figura 7: Grafo de todas as disciplina da UFABC, ligadas por recomendação. Em azul a disciplina de Funções de uma Variável

# 4. Consolidação e Melhoria das Ementas

O objetivo do Processo de Consolidação e Melhoria das Ementas, foi adequar as ementas das disciplinas do Eixo e a sua carga horária as necessidades do BC&T e dos cursos pós-BC&T, consolidando a experiência adquirida nos últimos anos.

Boa parte das modificações sugeridas são assim a consolidação de um trabalho de longo prazo realizado pelos coordenadores de disciplinas e pelos docentes que ministraram e ministram as disciplinas.

Assim, a proposta inicial que pautou as discussões foram baseadas nas ementas efetivamente praticadas e elaboradas em discussões prévias pelos coordenadores de disciplinas.

Uma preocupação constante durante as discussões foi o relacionamento das disciplinas do eixo com as de outros eixos, em especial com o relacionamento com as disciplinas do Eixo de Energia. Nesse sentido:

- A disciplina de Funções de uma Variável iniciará pelo tópico de Derivadas, o que cria uma simbiose entre essa disciplina e as disciplinas de Fenômenos Mecânicos e Geometria Analítica que tratarão simultaneamente de taxas de variação/derivada/velocidade/vetor.
- A troca do quadrimestre ideal de Funções de Várias Variáveis contribui para o melhor desenvolvimento de Fenômenos Eletromagnéticos.

## Metodologia

A discussão tomou como ponto inicial, um compêndio de programas, ementas, cronogramas elaborados e compilados ao longo dos últimos anos pelos coordenadores de disciplinas.

A partir dessa proposta inicial em duas reuniões presenciais, todos os pontos sobre os quais não havia consenso foram discutidos e votados.

## Principais Alterações

As principais alterações que propomos são

- Consolidação da ementa de Bases Matemáticas para a praticada efetivamente. Assim a disciplina passa a ter um tema central claro: funções. Desse modo o objetivo da disciplina de Bases Matemáticas passa a ser mais claro e específico: revisar conteúdos elementares de matemática, tendo o conceito de função como ponto central.

- A inclusão dos tópicos de Elementos de Linguagem e Lógica Matemática. A inclusão desses tópicos parte do diagnóstico que os ingressantes possuem além de dificuldades manipulativas/operacionais também dificuldades conceituais, de compreensão e leitura dos enunciados matemáticos.
- Inclusão do Conceito de Limite de Funções em Bases Matemáticas (e a consequente remoção do mesmo tópico de FUV). Essa mudança tem como principal objetivo aumentar a dispersão temporal dos tópicos de Limite, Derivadas e Integrais, considerados os tópicos fundamentais nas disciplinas do Eixo. Permitiremos assim um maior tempo de amadurecimento e maturação desses conceitos.
- Remoção dos tópicos concernentes a cálculo vetorial de Funções de Várias Variáveis, em especial a remoção dos Teoremas de Green, Gauss e Stokes. Ressaltamos que já era prática corrente não ministrar esses tópicos.
- Alterar os quadrimestre ideais de Funções de Várias Variáveis e Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias. Essa mudança é benéfica a disciplina de Fenômenos Eletromagnéticos, que utiliza desse arcabouço conceitual, e além disso permite a inclusão do tópico de equações exatas na disciplinas de Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias.
- Consolidação e melhoria das ementas das outras disciplinas;

## Equivalências entre Disciplinas

São sugeridas que as disciplinas de mesmo nome constante na grade 2009 do BC&T sejam equivalentes as disciplinas modificadas pela alteração na matriz curricular sugerida por esse documento.

Essas equivalências se darão em qualquer sentido, mas sugerimos que após a alteração curricular que apenas sejam ofertadas as disciplinas com a nova ementa proposta nesse documento

## Bases Matemáticas

**TPI:** 4-0-4

**DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS:** Não Há

**QUADRIMESTRE IDEAL:** 1º

### EMENTA:

Elementos de Linguagem e Lógica Matemática: proposições, conectivos e quantificadores, condições necessária e suficiente. Elementos da Teoria Ingênua de Conjuntos: Conjuntos, Subconjuntos, Operações com Conjuntos: União e Intersecção. Conjuntos Numéricos: Números naturais e Indução. Números Reais. Equações e Inequações. Funções: definição e propriedades. Funções Injetoras e Sobrejetoras. Operação com Funções. Função Composta

e Inversa. Funções Reais: função escada, função módulo, funções lineares, funções polinomiais, funções racionais, funções trigonométricas, funções trigonométricas inversas, funções exponenciais e funções logarítmicas. Gráficos de funções. Transformações do gráfico de uma função: translação e dilatação. Limite e Continuidade: conceito de limite de função; propriedades dos limites; Teorema do Confronto, limites laterais; limites infinitos; Continuidade; Teorema do Valor Intermediário.

## Funções de uma Variável

**TPI:** 6-0-6

**DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS:** Bases Matemáticas

**QUADRIMESTRE IDEAL:** 2º

### EMENTA:

Derivadas. Interpretação Geométrica e Taxa de Variação. Regras de derivação. Derivadas de funções elementares. Derivadas de ordem superior. Diferencial da função de uma variável. Aplicações de derivadas. Fórmula de Taylor. Máximos e mínimos, absolutos e relativos. Análise do comportamento de funções através de derivadas. Regra de L'Hôpital. Crescimento, decrescimento e concavidade. Construções de gráficos. Integral definida. Interpretação geométrica. Propriedades. Antiderivada e Integral indefinida. Teorema fundamental do cálculo. Aplicações da integral definida. Técnicas de Primitivação: técnicas elementares, mudança de variáveis, integração por partes, integração de funções racionais por frações parciais e Integrais trigonométricas. Aplicações ao cálculo de áreas e volumes.

## Geometria Analítica

**DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS:** Bases Matemáticas

**TPI:** 4-0-4

**QUADRIMESTRE IDEAL:** 2º

Em vermelho, os tópicos que constarão na ementa apenas se TPI for alterado para 4-0-4.

### Ementa

Vetores: Operações Vetoriais, Combinação Linear, Dependência e Independência Linear; Bases; Sistemas de Coordenadas; Produto Interno e Vetorial; Produto Misto. Retas e Planos; Posições Relativas entre Retas e Planos. Distâncias e ângulos. Mudança de coordenadas: Rotação e translação de eixos. **Coordenadas polares**. Cônicas: Elipse: Equação e gráfico; Parábola: Equação e gráfico; Hipérbole: Equação e gráfico. **Equação Geral do segundo Grau**. **Introdução às Superfícies Quádricas: equações reduzidas e gráficos**.

## Funções de Várias Variáveis

**TPI:** 4-0-4

**DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS:** Funções de uma Variável, Geometria Analítica

**QUADRIMESTRE IDEAL:** 3º

**Ementa**

Curvas. Parametrização de Curvas. Domínios, curvas de nível e esboço de gráficos. Limite e continuidade. Derivadas parciais. Diferenciabilidade. Derivada direcional. Regra da cadeia. Funções implícitas. Máximos e mínimos. Multiplicadores de Lagrange. Integrais duplas e triplas. Mudança de variáveis. Integração em coordenadas polares, cilíndricas e esféricas. Aplicações no cálculo de áreas e volumes.

## Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias

**TPI:** 4-0-4

**DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS:** FUNÇÕES DE VÁRIAS VARIÁVEIS

**QUADRIMESTRE IDEAL:** 4º

**Ementa**

Introdução às equações diferenciais: terminologia e alguns modelos matemáticos. Equações diferenciais de primeira ordem: Separação de variáveis. Equações Exatas. Substituições. Equações Lineares. Equações Autônomas e Análise Qualitativa. Teorema de Existência Unicidade: Enunciado e Consequências. Aplicações  
Equações diferenciais lineares de ordem superior: Equações lineares homogêneas com coeficientes constantes. Método dos coeficientes indeterminados e de Variação de Parâmetros. Aplicação de equações diferenciais de segunda ordem: modelos mecânicos e elétricos. Resolução de sistemas de duas equações pela conversão à uma EDO de ordem superior.

## Introdução à Probabilidade e Estatística

**TPI:** 4-0-4

**DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS:** Funções de uma Variável

**QUADRIMESTRE IDEAL:** 5º

**Ementa**

**Em vermelho, os tópicos que constarão na ementa apenas se TPI for alterado para 4-0-4.**

Princípios básicos de análise combinatória. Definição de probabilidade. Probabilidade condicional e independência. Variáveis aleatórias. Funções distribuição de probabilidades discretas e contínuas. Principais distribuições: de Bernoulli, binomial, de Poisson, geométrica, uniforme, exponencial, normal. Variáveis Aleatórias Independentes. Valor médio e variâncias. **Variável Aleatória Discreta Bidimensional.** Estatística descritiva: estimadores de posição e dispersão. Lei fraca dos Grandes números. Teorema Central do Limite. **Intervalo de Confiança para a Média e para Proporções. Teste de Hipótese para a**



Média.

# 5. Medidas para a Melhoria do Processo Ensino Aprendizado.

## Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Uma das medidas a serem adotadas para melhorar o processo de ensino aprendizado é a utilização de ambientes virtuais de aprendizado, de maneira similar ao que acontece nas disciplinas de Fenômenos Mecânicos, Térmicos e Eletromagnéticos.

A primeira disciplina do eixo a ter esse ferramental desenvolvido e implementado será Funções de uma Variável. Em especial, esperamos a médio prazo elaborar:

- Listas de exercícios valendo notas (que serão de caráter opcional para os alunos);
- Exercícios auto-corretivos;
- Vídeos;

## Dificuldades

É importante destacar que para a adoção dessa tecnologia algumas dificuldades precisam ser resolvidas, destacamos :

- Que consideramos essencial que a UFABC forneça uma plataforma de ambiente virtual de aprendizagem que suporte:
  - A utilização da linguagem LaTeX;
  - A elaboração de questões que dependam de parâmetros;
  - E que permita o acesso a softwares de computação simbólica;

Um exemplo de plataforma com suporte a essas funções é o Moodle, que é de código aberto e possui fácil integração com o LaTeX e com o software de computação simbólica Maxima.

- Além disso, precisamos de resoluções do ConsEPE que coíbam e punam as colas e fraudes massivas, como as que ocorreram nas disciplinas de Fenômenos Mecânicos, Térmicos e Eletromagnéticos.

## Curso de Inserção Universitária

A proposta é aproveitar o 1º quadrimestre do ano, posterior a seleção dos alunos pelo SISU, e anterior ao início das aulas dos ingressantes (que por razões técnicas ocorre somente no

2º quadrimestre do ano) para ministrar um curso de nivelamento, utilizando fortemente Ensino a Distância e suporte de monitores.

A proposta é que esse curso trate fundamentalmente de um único tema Funções (e periféricamente de temas correlacionados: manipulação algébrica, notação matemática, equações, inequações, identidades trigonométricas, etc).

Nossa proposta é que todo material para o módulo de matemática seja elaborado por alunos do Mestrado Profissional em Matemática, PROFMAT como parte da elaboração da sua dissertação de mestrado.

Assim de modo resumido, esse módulo do Curso de Inserção Universitária teria a seguinte organização:

**Ementa do Módulo:**

Funções. Funções Afins. Funções Quadráticas. Funções Polinomiais, Funções Exponenciais e Logarítmicas, Funções Trigonométricas.

**Bibliografia**

- A Matemática no Ensino Médio - Elon Lages Lima
- Matemática - Volume Único - Gelson Iezzi

## Cursos Unificados e Homogeneização

Um dos posicionamentos dos docentes do grupo é sua posição contrária a obrigatoriedade da adoção de cursos unificados. Na interpretação do grupo a obrigatoriedade da Unificação é ilegal e fere a liberdade de ensino, preconizada na LDB.

Mas acreditamos que é desejável diminuir as disparidades entre os modos que diferentes docentes ministram a mesma disciplina, nesse sentido acreditamos que as medidas listadas abaixo contribuem nessa direção:

- A utilização de ambientes virtuais de aprendizagem;
- A elaboração e divulgação dos objetivos e competências para as disciplinas;
- A elaboração de cronogramas sugeridos e sua ampla divulgação;
- Um esforço dos coordenadores de disciplinas, para uma efetiva troca de experiência entre os docentes que estão ministrando a mesma disciplina;
- A criação e adoção de listas mínimas comuns, o que facilita e melhora também o trabalhos dos monitores das disciplinas.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Nessa direção, destacamos a criação de um repositório com os códigos fontes de listas de diversas disciplinas: <http://gradmat.ufabc.edu.br/disciplinas/repositorio/>

# Assistente Docente e Monitores

## Assistente Docente

Com a aprovação pelo ConsEPE do Programa Assistência ao Docente da UFABC e com a aprovação do Doutorado em Matemática, teremos alunos de doutorados e a longo prazo provavelmente um número maior de alunos de Mestrado, precisamos estudar maneiras de tornar efetiva a utilização dos alunos de Pós graduação nas disciplinas do Eixo.

## Monitores

Com relação aos programas de monitoria a principal crítica apresentada é a não possibilidade de acúmulo das bolsa de iniciação científica e de monitoria pelo mesmo aluno, isso elimina um grande número de excelentes candidato a esse programas, e em especial alunos numa fase mais adiantada do curso, que geralmente já possuem bolsa de iniciação científica, mas que por outro lado possuem maior conhecimento e maturidade e assim poderiam contribuir significativamente ao programa de monitoria.

Uma solução apresentada a esse problema seria a criação de uma nova modalidade de bolsa, de valor mais alto, para alunos que queiram ser monitores e realizar iniciação científica.

## Mapeamento das Dificuldades dos Alunos

Finalmente a última proposta para a melhoria do processo de ensino aprendido é elaborar uma lista cumulativa catalogando os erros conceituais mais comuns dos alunos. Claramente, a criação dessa lista deveria ser um esforço coletivo dos docentes que ministram as disciplinas. Em particular essa lista ajudaria os docentes que ministram a disciplina pela primeira vez.

O segundo passo desse projeto seria encontrar meios comprovados de contornar as dificuldades catalogadas na primeira parte desse projeto.

Outra melhoria a ser obtida desse esforço seria a melhoria das listas 0, usadas nos inícios dos cursos de modo a sanar dificuldades dos alunos e a revisar conceitos fundamentais de disciplinas anteriores.

# 6. Orientações e Recomendações para os Cursos Pós-BC&T

Destacamos que conteúdo ensinado nas disciplinas do Eixo de Representação e Simulação não é suficiente para o bom prosseguimento em diversos cursos do pós BC&T.

Em especial destacamos que os seguintes tópicos, comuns a formação básica em Matemática de diversos cursos, não são ensinados nas disciplinas do eixo:

- Análise Vetorial: Campos vetoriais, operadores gradiente, divergente e rotacional. Integrais de Caminho e Superfície. Teoremas de Green, Gauss & Stokes;
- Sequências, Séries e consequentemente o seu uso para a resolução de Equações Diferenciais Ordinárias;
- Sistemas de Equações Diferenciais Lineares;
- Equações Diferenciais Parciais (equação de onda, calor e Laplace);
- Séries de Fourier;
- Transformadas de Fourier e Laplace;
- Funções Complexas, Teorema de Cauchy e Teorema dos Resíduos.

Recomendamos que os cursos analisem suas necessidades e conjuntamente com a coordenação do Bacharelado em Matemática elaborem novas disciplinas, ou utilize as existentes de modo a complementar a formação do aluno.

# 7. Apêndice A - Ementas

# Bases Matemáticas

**TPI:** 4-0-4

**DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS:** Não Há

**QUADRIMESTRE IDEAL:** 1º

## Ementa

Elementos de Linguagem e Lógica Matemática: proposições, conectivos e quantificadores, condições necessária e suficiente. Elementos da Teoria Ingênua de Conjuntos: Conjuntos, Subconjuntos, Operações com Conjuntos: União e Intersecção. Conjuntos Numéricos: Números naturais e Indução. Números Reais. Equações e Inequações. Funções: definição e propriedades. Funções Injetoras e Sobrejetoras. Operação com Funções. Função Composta e Inversa. Funções Reais: função escada, função módulo, funções lineares, funções polinomiais, funções racionais, funções trigonométricas, funções trigonométricas inversas, funções exponenciais e funções logarítmicas. Gráficos de funções. Transformações do gráfico de uma função: translação e dilatação. Limite e Continuidade: conceito de limite de função; propriedades dos limites; Teorema do Confronto, limites laterais; limites infinitos; Continuidade; Teorema do Valor Intermediário.

## Objetivos

A disciplina de Bases Matemática tem como objetivo revisar conteúdos elementares da matemática do ensino médio, com ênfase nos conceitos relativos à função real, porém sobre um ponto de vista típico do ensino superior, desenvolvendo a capacidade de compreensão e uso linguagem matemática, do raciocínio lógico. Desse modo diminuindo as disparidades de formação dos ingressantes no BC&T e concomitantemente ressaltando a estrutura conceitual do conhecimento matemático. Finalmente, a disciplina visa também introduzir um dos conceitos fundamentais do cálculo, os conceitos de limite e de continuidade para funções reais de uma variável.

## Competências e Habilidades

- Ler textos matemáticos simples, compreendendo a estrutura lógica subjacente, e em especial compreendendo os papéis das implicações, dos conectivos, etc.;
- Compreender as propriedades das funções matemáticas elementares: funções lineares, quadráticas, trigonométricas, exponencial, logaritmo, etc.;
- Esboçar gráficos de funções elementares;
- Compreender às transformações elementares de uma função: translação, homotetia, etc. e utilizar esses conceitos para esboçar gráficos de funções;
- Compreender o conceito de limite de funções;

- Calcular limites utilizando as propriedades algébricas;
- Compreender o conceito de continuidade de uma função real.

## Bibliografia Básica

- STEWART, J. *Cálculo, vol. I*, Editora Thomson 2009.
- BOULOS P. *Pré cálculo*, São Paulo, Makron 2006.
- LIMA, E.; CARVALHO, P. ; WAGNER, E.; MORGADO, A. *A Matemática do Ensino Médio*. Volume 1. Coleção do Professor de Matemática, Sociedade Brasileira de Matemática, 2003.

## Bibliografia Complementar

- KENNEDY, D.; DEMANA, F., WAITS, K.; FOLEY, G. D. *Pré-Cálculo*, São Paulo, Editora Pearson, 2009.
- MALTA, I.; PESCO, S.; LOPES, H.. *Cálculo a uma variável vol. I* São Paulo: Loyola, 2002.
- LIPSCHUTZ, S. *Teoria dos Conjuntos*, R. Janeiro: Livro Técnicos 1972.
- APOSTOL T. *Cálculo, vol I*, Editora Reverté Ltda, 1981.
- GUIDORIZZI, H. L *Um curso de cálculo, vol I*, Editora LTC 2001.

## Programa

1. Elementos de Lógica e Linguagem Matemática: Proposições simples, Conectivos e operadores lógicos, Quantificadores, Proposições universais e particulares, exemplos e contra-exemplos
2. Conjuntos: Conceitos básicos: definição ingênua de conjuntos, pertinência, modos de descrição de um conjunto. Relações elementares: subconjunto, superconjunto, conjunto vazio, conjunto potência. Operações: união, intersecção, diferença, complementar e conjunto universo, produto cartesiano
3. Conjuntos numéricos: Números naturais, inteiros e racionais: definição (intuitiva) e Operações Princípio de Indução Finita: enunciados do PIF e aplicações) Números reais: operações, propriedades axiomáticas dos reais,. Valor absoluto: definição e propriedades, distância, intervalos, conjuntos abertos, conjuntos fechados. Equações e Inequações.
4. Funções: Conceitos básicos: relações, conceito de função, domínio, contra-domínio, imagem, pré-imagem. Propriedades: injetividade, sobrejetividade, bijetividade, função Inversa.
5. Funções reais a variáveis reais: representação analítica: variável dependente e variável, independente representação gráfica: gráfico de uma função, translações horizontal e vertical. Exemplos clássicos: função escada, função módulo, funções lineares e afins,



funções polinomiais, funções racionais, função exponencial, função logarítmica, funções trigonométricas. Comportamentos de uma função: simetrias (funções pares, ímpares, periódicas) . Operações: soma, produto e quociente de funções, composição de funções

6. Limites de Funções e Continuidade: Conceitos básicos Definição (intuitiva) de limite de uma função. Interpretação geométrica. Limites laterais, existência de limites Limites infinitos Limites no infinito. Cálculo de limites. Operações elementares e propriedades. Limite de função composta. Teorema do Confronto. Limites notáveis. Casos de indeterminação. Continuidade. definição, interpretação gráfica, propriedades (soma, produto, quociente, composição e inversa de funções), continuidade das funções clássicas e Teorema do Valor Intermediário

## **Cronograma Sugerido**

Semana 1 - Linguagem Matemática: Proposições; Conectivos; Quantificadores; Proposições Universais e Particulares; Exemplos e Contra-exemplos

Semana 2 - Conjuntos e Operações com Conjuntos.

Semana 3 - Números naturais, inteiros e racionais, Indução

Semana 4 - Números Reais

Semana 5 - Equações e Inequações

Semana 6 - Funções: Domínio, Contradomínio, injetividade, sobrejetividade, e bijetividade.

Semana 7 - Funções Reais e seus Gráficos - Exemplos de funções reais: lineares, escada, quadráticas, trigonométricas

Semana 8 - Funções Reais e seus Gráficos II: : Funções trigonométricas inversas, exponenciais e Logarítmicas

Semana 9 - Funções Reais e seus Gráficos III - Translações horizontal e vertical. Função Inversa e Composta. Comportamentos de uma função - Simetria, Monotonicidade, etc.

Semana 10 - Limites de Funções

Semana 11 - Limites de Funções II e Continuidade

Semana 12 - Continuidade e Teorema do Valor Intermediário.

# Funções de uma Variável

TPI 6-0-6

**DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS:** Bases Matemáticas

**QUADRIMESTRE IDEAL:** 2º

## Ementa

Derivadas. Interpretação Geométrica e Taxa de Variação. Regras de derivação. Derivadas de funções elementares. Derivadas de ordem superior. Diferencial da função de uma variável. Aplicações de derivadas. Fórmula de Taylor. Máximos e mínimos, absolutos e relativos. Análise do comportamento de funções através de derivadas. Regra de L'Hôpital. Crescimento, decrescimento e concavidade. Construções de gráficos. Integral definida. Interpretação geométrica. Propriedades. Antiderivada e Integral indefinida. Teorema fundamental do cálculo. Aplicações da integral definida. Técnicas de Primitivação: técnicas elementares, mudança de variáveis, integração por partes, integração de funções racionais por frações parciais e Integrais trigonométricas. Aplicações ao cálculo de áreas e volumes.

## Objetivos

Sistematizar a noção de função de uma variável real e introduzir os principais conceitos do cálculo diferencial e integral, i.e., derivadas e integrais de funções de uma variável. E utilizar esses conceitos na modelagem e na resolução de problemas em diversas áreas do conhecimento.

## Competências e Habilidades

- Compreender os conceitos de derivada e integral;
- Ser capaz de demonstrar pela definição casos simples de derivadas e integral;
- Utilizar diversas técnicas para o cálculo de derivadas;
- Utilizar as informações fornecidas pelas derivadas e limites na construção do esboço do gráfico de uma função real;
- Utilizar linguagem matemática na modelagem/resolução de situações problemas envolvendo os conceitos de limite, derivadas e integrais. Em especial, nos problemas de otimização de uma variável e no cálculo de áreas.;
- Ser capaz de calcular integrais utilizando as principais técnicas de integração;

## Programa

- Derivadas: definição, interpretação geométrica, regras de derivação (soma, produto, quociente, regra da cadeia e função inversa), derivadas de funções elementares

(polinomial, potência, trigonométrica, logarítmica, exponencial), derivadas de ordem superior.

- Aplicações de derivadas: máximos e mínimos, crescimento e decrescimento, concavidade, interpretação de gráficos, teorema do valor médio de Cauchy, regra de L' Hospital, otimização, método de Newton para o cálculo de raízes, Fórmula de Taylor.
- Integrais: área sob uma curva e as somas de Riemann, integral definida, propriedades da integral definida, teorema fundamental do cálculo, cálculo de áreas entre curvas, integral indefinida.
- Métodos de integração: integração por mudança de variável, integração por partes, integração de funções racionais por frações parciais, integração de potências de funções trigonométricas.
- Aplicações do cálculo integral: comprimentos de arcos, áreas e volumes de sólidos por revolução.

## Bibliografia Básica

- STEWART, J. *Cálculo, vol I*, Editora Thomson 2009.
- GUIDORIZZI, H. L. *Um curso de cálculo, vol I*, Editora LTC 2001.
- ANTON, H. *Cálculo: um novo horizonte, vol I*, Editora Bookman 2007.

## Bibliografia Complementar

- APOSTOL T. M. *Cálculo, vol I*, Editora Reverté Ltda, 1981..
- THOMAS, G. B.; FINNEY, R. L. *Cálculo diferencial e integral*, Editora LTC 2002.
- LARSON, R.; HOSTETLER, R., P.; EDWARDS, B. *Cálculo*. 8 São Paulo: McGraw-Hill, 2000.
- LEITHOLD L. *O Cálculo com Geometria Analítica Vol. 1*, Habra 1994.
- GONÇALVES, M.; FLEMMING, D. *Cálculo A: funções, limite, derivação, integração*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

## Cronograma Sugerido

Semana 1 - Derivada. Definição, interpretação gráfica e propriedades. Regras de derivação.

Semana 2 - Regra da cadeia e derivada de funções inversas.

Semana 3 - Derivação de funções logarítmicas e funções exponenciais.

Derivadas de funções trigonométricas e de funções trigonométricas inversas.

Semana 4 - Derivadas de ordem superiores e derivadas de funções implícitas. Aplicações. Fórmula de Taylor.

Semana 5 - Análise do comportamento de funções. Crescimento, decrescimento e concavidade II. Máximos e mínimos, absolutos e relativos.

Semana 6 - Aplicações de Otimização. Construções de gráficos. Formas indeterminadas

e a regra de L'Hôpital.

Semana 7 - Integral definida. Aplicações da integral definida

Semana 8 - Integral indefinida. Teorema fundamental do cálculo. Cálculo de áreas entre duas curvas.

Semana 9 - Métodos de integração. Integração por mudança de variável e por partes.

Semana 10 - Integração de funções racionais por frações parciais. Integrais trigonométricas

Semana 11 - Exercícios de Técnica de Integração e Aplicações

Semana 12 - Volumes e Áreas de um sólido de revolução

# Geometria Analítica

**DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS:** Bases Matemáticas

**TPI:** 4-0-4

**QUADRIMESTRE IDEAL:** 2º

## Ementa

Em vermelho, os tópicos que constarão na ementa apenas se a carga horária for alterada para TPI: 4-0-4.

Vetores: Operações Vetoriais, Combinação Linear, Dependência e Independência Linear; Bases; Sistemas de Coordenadas; Produto Interno e Vetorial; Produto Misto. Retas e Planos; Posições Relativas entre Retas e Planos. Distâncias e Ângulos. Mudança de coordenadas: Rotação e translação de eixos. **Coordenadas polares**. Cônicas: Elipse: Equação e gráfico; Parábola: Equação e gráfico; Hipérbole: Equação e gráfico . **Equação Geral do segundo Grau**. **Introdução às Superfícies Quádricas: equações reduzidas e gráficos**.

## Objetivos

Introduzir o conceito de vetor e a estrutura algébrica dos espaços euclidianos capacitando aos alunos resolverem problemas geométricos através de seu correspondente algébrico e vice-versa.

## Competências e Habilidades

- Manipular e realizar cálculos com vetores;
- Resolver problemas que envolvam conceitos vetoriais: como combinação linear, dependência e independência linear.
- Descrever lugares geométricos através de equações algébricas e vetoriais, em especial: retas, planos círculos e elipses;
- Resolver situações problemas envolvendo locus geométrico;
- Resolver problemas geométricos que dependam da escolha de diferentes sistemas de coordenadas;
- **Reconhecer e esboçar as superfícies quádricas a partir de sua equação reduzida;**

## Bibliografia Básica

- CAMARGO, I.; BOULOS, P. *Geometria Analítica: Um tratamento vetorial*, Pearson Prentice Hall, 2005.
- MELLO, D.; WATANABE, R. *Vetores e uma iniciação à Geometria Analítica*, Editora Livraria da Física, 2011.
- LIMA, E. *Geometria Analítica e Álgebra Linear* Publicação Impa, 2008.

## Bibliografia Complementar

- SANTOS, R. *Um Curso de Geometria Analítica e Álgebra Linear*, UFMG, 2001.
- LEHMANN, C. *Geometria Analítica*, Editora Globo, 1985.
- WEXLER, C. *Analytic Geometry - A vector Approach*, Addison Wesley, 1964 .
- LEITE, O. *Geometria Analítica Espacial*, Edições Loyola, 1996.
- CHATTERJEE, D. *Analytic Solid Geometry*, PHI Learning, 2003.

## Cronograma Sugerido

Esse cronograma precisa ser feito após a decisão sobre o número de créditos.

Semana 1 - Noção intuitiva de vetor. Vetores como classe de equipolência de segmentos orientados. Adição de vetores: Propriedade associativa, comutativa, elemento neutro, elemento oposto. Multiplicação de número real por vetor. Propriedades. Soma de ponto com vetor. Exemplos.

Semana 2 - Dependência e Independência linear. Base. Definição

Semana 3 - Produto Interno e Vetorial. Vetores ortogonais. Base ortonormal. Coordenadas de um vetor em relação à uma base ortonormal.

Semana 4 - Propriedades Produto misto de três vetores. Interpretação geométrica do produto misto. Lugar Geométrico.

Semana 5 - Estudo da reta. Equações paramétricas da reta e equações da reta na forma simétrica. Exemplos. Ângulo entre Retas, Distância Ponto-Reta.

Semana 6 - Exercícios e Prova.

Semana 7 - Estudo do plano. Equação vetorial do plano. Equação paramétrica do plano. Equação geral do plano. Exemplos. Vetor normal a um plano.

Semana 8 - Reta como intersecção de dois planos. Feixe de planos. Posições Relativas entre retas e planos. Ângulo entre reta e reta. Ângulo entre reta e plano. Ângulo entre plano e plano.

Semana 9 - Distância entre dois pontos. Distância de ponto a reta. Distância de ponto a plano. Distância entre duas retas reversas. Distância entre reta e plano. Distância entre dois planos.

Semana 10 - Coordenadas polares: Translação e rotação de vetores no plano e no espaço.

Semana 11 - Cônicas: Elipse, Hipérbole, Parábola. Eliminação dos termos lineares da equação geral de uma cônica via translação; eliminação do termo quadrático misto da equação geral de segundo grau por rotação.

Semana 12 - **Introdução às Quádricas**

# Funções de Várias Variáveis

TPI 4-0-4

**DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS:** Funções de uma Variável, Geometria Analítica

**QUADRIMESTRE IDEAL:** 3º

## Ementa

Curvas. Parametrização de Curvas. Domínios, curvas de nível e esboço de gráficos. Limite e continuidade. Derivadas parciais. Diferenciabilidade. Derivada direcional. Regra da cadeia. Funções implícitas. Máximos e mínimos. Multiplicadores de Lagrange. Integrais duplas e triplas. Mudança de variáveis. Integração em coordenadas polares, cilíndricas e esféricas. Aplicações no cálculo de áreas e volumes.

## Objetivos

Sistematizar a noção de função de várias variáveis reais e introduzir os principais conceitos do cálculo diferencial e integral para tais funções, i.e, limites, derivadas e integrais. Utilizar esses conceitos na modelagem e na resolução de problemas em diversas áreas do conhecimento.

## Competências e Habilidades

- Compreender os conceitos de limite, derivada e integral para funções de várias variáveis;
- Utilizar técnicas para a determinação de limites, cálculo de derivadas e integrais para funções de várias variáveis;
- Utilizar linguagem matemática na modelagem/resolução de situações problemas envolvendo os conceitos de limite, derivadas e integrais. Em especial, nos problemas de otimização de várias variáveis e no cálculo de áreas.

## Bibliografia Básica

- STEWART, J., *Cálculo vol. 2*, Cengage 2013.
- GUIDORIZZI, H. *Um Curso de Cálculo – Vol. 2 e 3*, Ed. LTC 2002.
- APOSTOL, T. *Cálculo, vol. II*, Ed Reverte 2005.

## Bibliografia Complementar

- ANTON, H. *Cálculo - Vol. 2*, Ed. Bookman 2007.
- THOMAS, G., *Cálculo - Vol. 2*, Ed. Pearson Education 2012.
- MARSDEN; TROMBA *Vector Calculus*, W H Freeman & Co 1996.

- KAPLAN, W. *Cálculo Avançado, Vol. I*, Edgard Blucher, 1972.
- EDWARDS JR, C.H.; PENNEY, E. *Cálculo com Geometria Analítica: vol. 2* 4.ed. Rio de Janeiro, Prentice-Hall do Brasil, 1997.

## Cronograma Sugerido

Semana 1 - Curvas e Parametrizações.

Semana 2 - Superfícies e exemplos; Cálculo Diferencial de  $R^n$  em  $R$ , Conjunto de nível (curva e superfície).

Semana 3 - Noções topológicas (conjunto aberto e fechado), Limite (definição, propriedades).

Semana 4 - Limites (exemplos e cálculos)

Semana 5 - Derivadas parciais (definição) e de ordem superior; Aproximação linear, Diferenciabilidade;

Semana 6 - Regra da cadeia. Derivadas direcionais e Gradiente; Exercícios

Semana 7 - Máximos e mínimos (em abertos e compactos)

Semana 8 - Máximos e mínimos (multiplicadores de Lagrange)

Semana 9 - Integral dupla (definição e propriedades, integrais iteradas)

Integral dupla (integrais sobre regiões genéricas, mudança de variável – coordenadas polares)

Semana 10 - Integral dupla (área de regiões planas, volume de sólidos e área de superfícies que são gráficos de funções); Integral tripla (definição e propriedades)

Semana 11 - Integral tripla (coordenadas cilíndricas e esféricas); Mudança de variáveis em Integrais Múltiplas

Semana 12 - Exercícios



# Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias

TPI: 4-0-4

DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS: FUNÇÕES DE VÁRIAS VARIÁVEIS

QUADRIMESTRE IDEAL: 4º

## Ementa

Introdução às equações diferenciais: terminologia e alguns modelos matemáticos. **Equações diferenciais de primeira ordem:** Separação de variáveis. Equações Exatas. Substituições em Equações de 1ª Ordem. Equações Lineares. Equações Autônomas e Análise Qualitativa. Teorema de Existência Unicidade: Enunciado e Consequências. Aplicações **Equações diferenciais lineares de ordem superior:** Equações lineares homogêneas com coeficientes constantes. Método dos coeficientes indeterminados e de Variação de Parâmetros. Aplicação de equações diferenciais de segunda ordem: modelos mecânicos e elétricos. Resolução de sistemas de duas equações pela conversão à uma EDO de ordem superior.

## Objetivos

Introduzir ao aluno o conceito de Equações Diferenciais Ordinárias, incluindo suas técnicas de solução, aplicações e modelos, bem como aos conceitos matemáticos associados. Introduzir ao aluno o técnicas de modelagem matemática através de equações diferenciais ordinárias em diversos contextos.

## Competências e Habilidades

- Utilizar as técnicas básicas de resolução de equações diferenciais ordinárias de primeira ordem e de equações diferenciais ordinárias lineares de ordem superior;
- Ser capaz de realizar modelagens com equações diferenciais ordinárias em diversos contextos.
- Compreender as noções básicas sobre sistemas de equações diferenciais ordinárias;
- Compreender as noções elementares da teoria qualitativa das equações diferenciais ordinárias.

## Bibliografia Básica

- BOYCE, W.; DIPRIMA, R. *Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno*, Livros Técnicos e Científicos, 2002.
- EDWARDS C.; PENNEY D. *Equações Diferenciais Elementares com Problemas de Contorno*, Prentice-Hall, 1995.

- ZILL D.; CULLEN M. *Equações Diferenciais Vol. 1 e 2*, Pearson 2008.

## Bibliografia Complementar

- FIGUEIREDO, D.G; NEVES, A.F; *Equações Diferenciais Aplicadas*, Coleção Matemática Universitária, IMPA, 2001.
- GUIDORIZZI, H. *Um curso de cálculo*, vol. 4., LTC, 2002.
- GRAY, A.; MEZZINO, M.; PINSKY, M. *Introduction to Ordinary Differential Equations With Mathematica: An Integrated Multimedia Approach*, Springer 1997.
- BEAR, H. *Differential Equations: A Concise Course*, Dover Publications 2013.
- TENNENBAUM, M.; POLLARD, H. *ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS: an elementary textbook for students of mathematics, engineering, and the sciences*, Dover, 1985.
- KAPLAN, W. *Cálculo avançado Vol 2*, Editora Blucher.

## Cronograma Sugerido

Semana 1 - Introdução às Equações Diferenciais e Modelos Matemáticos. Soluções de equações particulares. Classificação. Equações Diferenciais de 1ª ordem. Equações Separáveis.

Semana 2 - Equações Diferenciais de Primeira Ordem. Fator Integrante (construção e exemplos). Substituições em Equações Diferenciais de 1ª Ordem (Redução a uma Equação Separável ou Linear).

Semana 3 - Equações Autônomas e Análise Qualitativa. Equações Exatas e Fator de Integração.

Semana 4 - Aplicações de Equações Diferenciais de Primeira Ordem: Mecânica, Dinâmica de População, etc.

Semana 5 - Equações Lineares e não Lineares. Teorema de Existência e Unicidade. Aplicações. Equações Lineares Homogêneas com coeficientes constantes.

Semana 6 - Exercícios e Prova

Semana 7 - Soluções Fundamentais de equações homogêneas. Eq. Característica. Raízes Reais distintas e Raízes Complexas.

Semana 8 - Raízes repetidas, redução de ordem. Método dos coeficientes indeterminados.

Semana 9 - Variação de Parâmetros. Equações de Ordem Superior. Aplicações de edo's de 2ª ordem.

Semana 10 - Aplicações de edo's de 2ª ordem (continuação). Sistemas de Equações Lineares (redução a uma edo de 2ª. Ordem).

Semana 11 - Sistemas de Equações diferenciais lineares (continuação). Exercícios

Semana 12 - Exercícios e Prova

# Introdução à Probabilidade e Estatística

TPI: 4-0-4

DISCIPLINAS PRÉVIAS RECOMENDADAS: Funções de uma Variável

QUADRIMESTRE IDEAL: 5º

## Ementa

Em vermelho, os tópicos que constarão na ementa apenas se a carga horária for alterada para TPI: 4-0-4.

Princípios básicos de análise combinatória. Definição de probabilidade. Probabilidade condicional e independência. Variáveis aleatórias. Funções distribuição de probabilidades discretas e contínuas. Principais distribuições: de Bernoulli, binomial, de Poisson, geométrica, uniforme, exponencial, normal. Variáveis Aleatórias Independentes. Valor médio e variâncias. **Variável Aleatória Discreta Bidimensional**. Estatística descritiva: estimadores de posição e dispersão. Lei fraca dos Grandes números. Teorema Central do Limite. **Intervalo de Confiança para a Média e para Proporções. Teste de Hipóteses para a Média.**

## Objetivos

Introduzir os conceitos essenciais da teoria de probabilidade como os espaços de probabilidade, os conceitos de variáveis aleatórias, o conceito de função de distribuição, etc. e suas implicações e aplicações na estatística.

## Competências e Habilidades

- Capacidade de resolver problemas simples de contagem;
- Capacidade de resolver problemas simples de probabilidade;
- Compreender conceito da variável aleatória e a calcular probabilidades de experimentos probabilísticos que seguem as distribuições binomial, de Poisson, normal e exponencial;
- Compreender o teorema do limite central e ser capaz de utilizá-lo nas aplicações estatísticas, como por exemplo na construção de intervalos de confiança;
- Adquirir conceitos básicos em estatística para análise e interpretação de conjuntos de dados experimentais;
- Interpretar as medidas de posição e de dispersão de conjuntos de dados experimentais;

## Bibliografia Básica

- ROSS, S. *Probabilidade: Um Curso Moderno com Aplicações*, Bookman, 2010.
- DANTAS, B. *Probabilidade: um curso introdutório*, São Paulo: EdUSP, 2008. 252 p. ISBN 9788531403996.
- MONTGOMERY, D.C.; HINES, W.W.; GOLDSMAN, D.M.; BORROR, C.M. *Probabilidade e Estatística na Engenharia*, Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- MEYER, P. *Probabilidade: Aplicações à Estatística*, 2000, Editora LTC.

## Bibliografia Complementar

- LARSON, R.; FARBER, B. *Estatística aplicada*, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- MORETTIN, G. *Estatística básica: probabilidade e inferência*, São Paulo, Pearson, 2010.
- DEGROOT, H.; SCHERVISH, J. *Probability and statistics*, Boston, Addison Wesley, 2002.
- BERTSEKAS, P; TSITSIKLIS, J. *Introduction to Probability* Belmont, Athena Scientific.
- ASH, R. *Basic Probability Theory*, Dover, 2008.

## Cronograma Sugerido

**Esse cronograma precisa ser feito após a decisão sobre o número de créditos.**

Semana 1 - Princípios básicos de análise combinatória: Princípio aditivo e multiplicativo. Permutações, arranjos e combinações.

Semana 2 - Princípios básicos de análise combinatória II: Teorema Binomial e Multinomial. Exercícios de Combinatória.

Semana 3 - Experimentos aleatórios. Definição de espaço amostral e de probabilidade. Propriedades de uma probabilidade.

Semana 4 - Probabilidade condicional e independência: Teorema da multiplicação e da Probabilidade total. Teorema de Bayes e suas consequências.

Semana 5 - Variáveis aleatórias. Função de distribuição. Modelos de distribuições discretas.

Semana 6 - Modelos de distribuições contínuas. Vetores aleatórios bidimensionais. Função de distribuição para vetores aleatórios.

Semana 7 - Independência de variáveis aleatórias. Funções de variáveis aleatórias. Modelos bidimensionais.

Semana 8 - Esperança Matemática, variância, covariância. Desigualdades de Chebyshev e Markov. Lei fraca dos grandes números.

Semana 9 - Medidas descritivas para distribuições de frequências: Medidas de posição: Média, Mediana, Moda, Quartis. Medidas de dispersão: variância, desvio padrão.

Semana 10 - Medidas de dependência entre variáveis aleatórias: Correlação.

Semana 11 - Teorema Central do Limite. **Intervalo de Confiança para a Média e para Proporções. Teste de Hipóteses para a Média.**