Ministério da Educação
Universidade Federal do Piauí
Gabinete da Reitoria

RESOLUÇÃO CEPEX/UFPI Nº 888, DE 18 DE SETEMBRO DE 2025

Aprova o novo Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Matemática - PPGMAT, vinculado ao Centro de Ciências da Natureza, do *Campus* Universitário Ministro Petrônio Portella, da Universidade Federal do Piauí.

A REITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI e PRESIDENTE DO CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – CEPEX, no uso da atribuição que lhe confere o art. 15, *caput*, inciso XXI, do Regimento Geral da UFPI, de acordo com o que consta do processo nº 23111.034433/2024-08 da UFPI, e tendo em vista decisão do mesmo Conselho em reunião de 15 de setembro de 2025,

RESOLVE:

Art. 1º Fica aprovado o novo Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Matemática - PPGMAT, vinculado ao Centro de Ciências da Natureza, do *Campus* Universitário Ministro Petrônio Portella, da Universidade Federal do Piauí, conforme documento anexo.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data da sua publicação.

Teresina, 18 de setembro de 2025

NADIR DO NASCIMENTO NOGUEIRA
Reitora

Universidade Federal do Piauí
Campus Universitário "Ministro Petrônio Portella" CEP 64049-550 – Teresina – Piauí – Brasil
Site: www.ufpi.br – *E-mail*: reitoria@ufpi.edu.br

Regimento Interno do PPGMAT - UFPI

Teresina - PI

Estabelece adequações do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Matemática da Universidade Federal do Piauí norteadas pela Resolução CEPEX/UFPI Nº 658, de 22 de Abril de 2024.

ESTABELECE:

CAPÍTULO I

DA NATUREZA E OBJETIVOS

Art. 1º A Universidade Federal do Piauí (UFPI) manterá no Centro de Ciências da Natureza (CCN) o Programa de Pós-Graduação em Matemática, regido pelo Estatuto, Regimento Geral e normas da Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFPI, bem como por este Regimento Interno.

Art. 2º O Programa, com a oferta dos Cursos de Mestrado e Doutorado Acadêmicos, terá Matemática como Área de Concentração e 3 (três) Linhas de Pesquisa:

I. Análise;
II. Geometria e Topologia;
III. Matemática Aplicada.

Parágrafo Único. O Programa de Pós-Graduação em Matemática, nos níveis de Mestrado e Doutorado, conferirá aos concludentes os graus de Mestre em Matemática e de Doutor em Matemática, respectivamente.

Art. 3º O Programa tem por objetivo preparar recursos humanos com qualificação para a docência e para a pesquisa em Matemática Pura ou Aplicada, dando-lhes, desse modo, condições para que possam desempenhar o exercício do magistério superior com maior eficiência e desenvolver com capacidade a pesquisa nos diversos ramos do conhecimento matemático.

CAPÍTULO II

DA ORGANIZAÇÃO DIDÁTICO-ADMINISTRATIVA

Art. 4º Integram a organização didático-administrativa do Programa de Pós-Graduação em Matemática:

I. o Colegiado do Programa, como órgão deliberativo;
II. a Coordenação do Programa, como órgão executivo;
III. a Secretária do Programa, como órgão de apoio administrativo.

Art. 5º A constituição e atribuição dos órgãos responsáveis pela organização didático-administrativa do Programa são as definidas pelos órgãos competentes da UFPI, através das normas em vigor.

§ 1º O Colegiado do Programa será constituído pelo Coordenador, como seu presidente, por todos os docentes do programa, da categoria permanente, e um representante discente.

§ 2º O mandato do representante discente será de um ano, permitida apenas uma recondução.

Art. 6º A Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Matemática - PPGMAT será composta pelo Coordenador e Subcoordenador.

§ 1º O Coordenador e Subcoordenador serão eleitos entre os docentes da categoria permanente do PPGMAT, as chapas serão apresentadas em reunião ordinária realizada para este fim e a chapa eleita será aquela que obtiver a maioria simples de votos, conforme determina o Art. 8º da Resolução Nº 658, de 22 de abril de 2024, do Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão da Universidade Federal do Piauí.

§ 2º O mandato da coordenação do PPGMAT será de 02 (dois) anos consecutivos. A reeleição é permitida uma única vez.

Art. 7º Nas faltas e nos impedimentos do Coordenador do PPGMAT, suas funções serão exercidas, para todos os efeitos, pelo Subcoordenador.

§ **1º** Nas faltas e nos impedimentos do Coordenador e do Subcoordenador simultaneamente, a função de coordenador será exercida pelo docente permanente do PPGMAT mais antigo no magistério da Universidade;

§ 2º. Em caso de impedimento permanente ou na renúncia do Coordenador e do Subcoordenador, o coordenador em exercício deverá convocar novas eleições em até 30 dias. O mandato da chapa eleita corresponderá ao período restante do mandato original.

CAPÍTULO III

COMISSÃO DE BOLSA

Art. 8º A Comissão de Bolsa será composta pelo Coordenador do Programa, por dois docentes permanentes vinculados a diferentes linhas de pesquisa do Programa e por um representante discente.

Parágrafo único: O mandato dos representantes docentes do colegiado será de 01 (um) ano, renovável por igual período, uma única vez.

Art. 9º A comissão de Bolsa se reunirá semestralmente, ou sempre que necessário, para decidir sobre distribuição das bolsas atribuídas ao Programa a qual estará norteada pelos critérios estabelecidos na Portaria do PPGMAT Nº1, de 16 de março de 2020.

CAPÍTULO IV

DO CORPO DOCENTE E DA ORIENTAÇÃO

Art. 10 O Corpo Docente do Programa será constituído por professores, portadores do título de Doutor ou Livre Docente, nas áreas de abrangência do Programa, distribuídos nas seguintes categorias:

I. docentes permanentes, constituindo o núcleo principal de docentes do programa;
II. docentes e pesquisadores visitantes;
III. docentes colaboradores.

Art. 11 Integram a categoria de docentes permanentes os docentes assim enquadrados, declarados e relatados anualmente pelo programa, e que atendam a todos os seguintes pré-requisitos:

I. desenvolvam atividades de ensino na pós-graduação ou graduação;
II. participem de projetos de pesquisa do programa;
III. orientem alunos do programa, sendo devidamente credenciados como orientador pelo programa de pós-graduação e pela instância para esse fim considerada competente pela instituição;
IV. tenha vínculo funcional-administrativo com a instituição ou, em caráter excepcional, consideradas as especificidades de áreas, instituições e regiões, se enquadrem em uma das seguintes condições especiais:
(a) quando recebam bolsa de fixação de docente ou pesquisadores de agência federais ou estaduais de fomento;
(b) quando, na qualidade de professor ou pesquisador aposentado, tenham firmado com a instituição termo de compromisso de participação como docente do programa, conforme estabelece a Resolução 214/12-CEPEX;
(c) quando tenham sido cedidos, por instituição conveniada, por acordo formal, para atuar como docente do programa;
(d) a critério do PPG, quando o docente estiver em afastamento longo para a realização de estágio pós-doutoral, estágio sênior ou atividade relevante em Educação, Ciência e Tecnologia e Inovação e não atender ao estabelecido pelos incisos I e II deste Artigo, desde que atendidos os demais requisitos fixados.

Art. 12 Integram a categoria de docentes visitantes os docentes ou pesquisadores com vínculo funcional-administrativo com outras instituições, brasileiras ou não, que sejam liberados, mediante acordo formal, das atividades correspondentes a tal vínculo para colaborarem, por um período contínuo de tempo e em regime de dedicação integral, em projeto de pesquisa ou atividade de ensino no programa, permitindo-se que atuem como orientadores e em atividades de extensão.

Parágrafo Único. Enquadram-se como visitantes os docentes que atendam ao estabelecido no caput deste artigo e tenham sua atuação no programa viabilizada por contrato de trabalho por tempo determinado com a instituição ou por bolsa concedida, para esse fim, pela própria instituição ou por agência de fomento.

Art. 13 Integram a categoria de colaboradores os demais membros do Corpo Docente do Programa que não atendam aos requisitos para serem enquadrados como docentes permanentes ou como visitantes, incluídos os bolsistas de pós-doutorado, mas que participem de forma sistemática do desenvolvimento de projetos de pesquisa ou atividades de ensino ou extensão ou da orientação de estudantes, independentemente do fato de possuírem ou não vínculo com a instituição.

Art. 14 Critérios para credenciamento e recredenciamento de membros do corpo docente, e distribuições de orientações no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Matemática da Universidade Federal do Piauí serão estabelecidos em portaria própria.

Art. 15 Todo aluno regular do Programa terá um orientador escolhido pelo Colegiado, preferencialmente dentre os docentes do corpo permanente, podendo ser substituído, caso seja de interesse de uma das partes, com anuência do Colegiado do Programa. **Parágrafo Único.** Compete ao orientador:

I. elaborar, juntamente com o orientando, seu programa de estudo;
II. opinar sobre o cancelamento de disciplina ou sobre o trancamento de matrícula;
III. aconselhar o(a) discente quanto à escolha do tema da Dissertação ou Tese;
IV. orientar a Dissertação ou Tese em todas as fases de sua elaboração;
V. encaminhar à Coordenação do Programa o projeto de Dissertação ou de Tese;
VI. presidir a sessão de defesa de Dissertação ou Tese;
VII. sugerir à Coordenação do Programa os nomes de docentes para integrarem as comissões de julgamento de Dissertações ou de Tese;
VIII. encaminhar à Coordenação do Programa, cópia da Dissertação ou da Tese, para agendamento de defesa.

Art. 16 Por proposta do orientador e a juízo do Colegiado, poderá haver um coorientador.

CAPÍTULO V

DA QUANTIDADE DE VAGAS OFERTADAS PELO PROGRAMA

Art. 17 A quantidade de vagas ofertadas pelo Programa, em cada processo de seleção, será sugerida pela Coordenação para a aprovação pelo Colegiado.

Art. 18 Para o estabelecimento do número de vagas, o Colegiado levará em consideração, entre outros, os seguintes dados:

1. a capacidade de orientação, obedecendo-se a relação pertinente de orientandos

por orientador, segundo as normas da CAPES, incluídos os estudantes de outros Programas ou remanescentes de períodos anteriores;

2. o fluxo de discentes;
3. a previsão de titulações efetivas no ano e até o início do ano letivo seguinte para o qual as vagas serão propostas;
4. a existência efetiva de projetos de pesquisa e de infraestrutura física.

CAPÍTULO VI

DA INSCRIÇÃO, DA SELEÇÃO E DA MATRÍCULA

Art. 19 As inscrições para a seleção de ingresso no Programa serão abertas mediante Edital de Seleção elaborado pela Comissão de Seleção escolhida pelo Colegiado do Programa.

§ 1º O Edital de Seleção determinará o prazo de inscrição, a documentação exigida para cada candidato efetuar sua inscrição, a quantidade de vagas ofertadas e as normas que regem o processo seletivo e deverá ser aprovado pelo Colegiado do Programa;

§ 2º O Edital de Seleção será elaborado segundo o que dispõe o Regulamento da Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFPI e os demais dispositivos legais em vigor.

§ 3º Poderão participar do processo de seleção para o curso de mestrado os candidatos portadores de diploma de curso de graduação em matemática ou áreas afins, diploma este que deve ser proveniente de curso reconhecido pelo órgão competente, ou concludentes que na data da matrícula institucional tenham concluído o curso de graduação.

§ 4º Poderão participar do processo de seleção para o curso de doutorado os candidatos portadores de diploma de Mestre em Matemática ou áreas afins, diploma este que deve ser proveniente de curso reconhecido pelo órgão competente, ou concludentes que na data da matrícula institucional tenham concluído o curso de mestrado.

Art. 20 O candidato aprovado e selecionado deverá efetuar suas matrículas institucional e curricular nos períodos estabelecidos pelo calendário acadêmico da UFPI.

§ 1º Os candidatos aprovados e selecionados deverão, no ato da matrícula institucional, apresentar a documentação determinada no Edital de Seleção.

§ 2º A não efetivação da matrícula institucional no prazo fixado implica na desistência do candidato em matricular-se no Programa, perdendo todos os direitos adquiridos pela aprovação no processo seletivo.

Art. 21 O aluno regular deverá renovar sua matrícula curricular a cada semestre letivo, no período fixado pelo calendário acadêmico da UFPI.

CAPÍTULO VII

DO CORPO DISCENTE

Art. 22 O corpo discente será constituído por alunos regulares e especiais.

§ 1º Aluno regular é aquele que foi aceito no processo de seleção ou que tenha sido transferido de outra instituição, de acordo com o Artigo 25 deste Regimento, e está regularmente matriculado no Programa;

§ 2º Aluno especial é aquele que não se encaixa na descrição do § 1º, mas está inscrito em disciplinas isoladas;

§ 3º A Coordenação definirá os critérios e procederá a seleção dos alunos especiais, em consonância com as normas em vigor definidas pelos órgãos competentes da UFPI;

§ 4º A inscrição de alunos especial em disciplina do Programa fica condicionada à disponibilidade de vagas;

§ 5º O aluno especial que, posteriormente, for aceito no processo de seleção para ingressar no Programa como aluno regular, poderá solicitar aproveitamento das disciplinas cursadas, obedecendo o limite estabelecido no Artigo 30 deste Regimento.

CAPÍTULO VIII

DO TRANCAMENTO E CANCELAMENTO DE MATRÍCULA

Art. 23 Será permitido ao aluno cancelar matrícula em uma disciplina ou substituir disciplina ou atividade por outra, obedecendo ao calendário acadêmico da Pós-Graduação e à vista de parecer favorável do orientador ou do Colegiado do Programa.

§ 1º Será permitido ao aluno regular efetuar o trancamento/cancelamento em disciplina, durante o primeiro ano letivo, desde que o mesmo permaneça matriculado em pelo menos uma disciplina obrigatória ofertada no semestre letivo da solicitação;

§ 2º O trancamento/cancelamento só poderá ser feito uma vez na mesma disciplina, exceto por motivo de doença, devidamente comprovado, pela Perícia Médica da UFPI.

Art. 24 Será permitido ao aluno, por motivo de doença, devidamente comprovado pela Perícia Médica da Universidade, o trancamento do curso pelo período máximo de até doze meses, não sendo o período do trancamento computado para efeito de integralização curricular.

CAPÍTULO IX

DA TRANSFERÊNCIA

Art. 25 Poderão ser admitidas transferência de alunos, segundo as normas específicas vigentes na UFPI, a critério do Colegiado, desde que haja vaga e disponibilidade de Orientador.

Parágrafo Único. O aluno transferido deverá cumprir os prazos mínimo e máximo, previstos nesta norma, de permanência no Programa para a obtenção do Grau de Mestre ou Doutor em Matemática.

CAPÍTULO X

DA ESTRUTURA ACADÊMICA

Art. 26 O número mínimo de créditos para a integralização do Curso de Mestrado é 32 (trinta e dois), assim distribuídos:

I. 18 (dezoito) créditos obtidos cursando as disciplinas obrigatórias: Análise no R^n (6 créditos), Análise Complexa (4 créditos), Estruturas Algébricas (4 créditos) e Geometria Diferencial (4 créditos);
II. apresentação oral e defesa de Dissertação, corresponde a 6 créditos;
III. a complementação dos créditos será feita cursando disciplinas da Estrutura Acadêmica do Curso, elencadas no quadro Grupo II do Anexo I, a critério do aluno e em comum acordo com o seu orientador.

Art. 27 O número mínimo de créditos para a integralização do Curso de Doutorado é 60 (sessenta), assim distribuídos:

I. pelo menos 24 (vinte e quatro) créditos obtidos dentre as disciplinas: Análise Funcional (6 créditos), Variedades Diferenciáveis (6 créditos), Equações Diferenciais Parciais I (6 créditos), Geometria Riemanniana (6 créditos) e Otimização I (6 créditos);
II. apresentação oral e defesa de Tese, correspondem a 12 (doze) créditos;
III. o estágio à docência corresponde a 2 créditos para mestrado e 4 créditos para doutorado;
IV. a complementação dos créditos será feita cursando disciplinas da Estrutura Acadêmica do Curso, elencadas no quadro Grupo II do Anexo I, a critério do aluno e em comum acordo com o seu orientador.

Art. 28 A atividade de Estágio à Docência é obrigatória para os alunos regulares bolsistas do Programa e será realizada de acordo com as normas em vigor.

Art. 29 A verificação do rendimento acadêmico será feita por disciplina, abrangendo sempre os aspectos de assiduidade e eficiência, ambos eliminatórios por si mesmos.

§ 1º A critério do professor, a avaliação da eficiência far-se-á por um ou por mais dos seguintes meios de aferição: provas, exames, trabalhos, projetos;

§ 2º A verificação de que trata este artigo será expressa, em resultado final, por meio de notas na escala de zero a dez com, no máximo, uma casa decimal;

§ 3º Considerar-se-á aprovado o aluno que obtiver nota mínima igual a 7,0 (sete) e frequência igual ou superior a 75% (setenta e cinco por cento).

Art. 30 O aluno regular poderá solicitar aproveitamento de disciplina cursada na UFPI ou em outras Instituições de Ensino Superior, segundo as normas específicas vigentes na UFPI. O mérito da solicitação será julgado pelo Colegiado do Programa, ouvido o orientador do aluno.

§ 1º O número máximo de créditos que podem ser aproveitados é 18 (dezoito), para o Curso de Mestrado, e 24 (vinte e quatro), para o Curso de Doutorado;

§ 2º Só poderão ser aproveitados o máximo de 10 (dez) créditos, para o Curso de Mestrado, e 12 (doze), para o Curso de Doutorado, obtidos na condição de aluno especial;

§ 3º O número máximo de créditos que podem ser aproveitados é 18 (dezoito), para o Curso de Mestrado, e 24 (vinte e quatro), para o Curso de Doutorado, para alunos transferidos;

§ 4º O aproveitamento de estudos tratado no *caput* deste artigo somente poderá ser feito quando as disciplinas tiverem sido concluídas há, no máximo, quatro anos.

CAPÍTULO XI

DO EXAME DE PROFICIÊNCIA

Art. 31 Qualquer uma das três línguas: Espanhol, Francês ou Inglês, poderá ser considerada para satisfazer a obrigatoriedade de proficiência em língua estrangeira para o Mestrado.

Art. 32 Aos alunos do Doutorado é obrigatório demonstrar proficiência em, pelo menos, duas línguas estrangeiras. Sendo uma proficiência obrigatória em língua inglesa e a outra em qualquer língua diferente da língua pátria do candidato.

Art. 33 Os Exames de Proficiência serão realizados de acordo com as normas em vigor, definidas pelos órgãos competentes da UFPI.

CAPÍTULO XII

DO EXAME DE QUALIFICAÇÃO

Art. 34 A Qualificação, obrigatória para todos os alunos regulares do Mestrado, será realizada em duas etapas.

§ 1° A primeira etapa, denominada Exame de Conhecimento, será escrita e deverá ser realizada até 12 (doze) meses após o ingresso do aluno no curso, tendo como objetivo avaliar os conhecimentos obtidos pelo aluno nas disciplinas Análise no R^n e Análise Complexa (primeiro semestre) ou Estruturas Algébricas e Geometria Diferencial (segundo semestre);

§ 2° O Exame de Conhecimento será aplicado duas vezes ao ano, no máximo quarenta e cinco dias após o término de cada semestre letivo, podendo o aluno optar em qual ocasião irá submeter-se. A prova escrita será elaborada e aplicada por uma comissão composta por três docentes do Programa, proposta pela Coordenação e aprovada pelo colegiado;

§ 3° O aluno que não obtiver êxito no Exame de Conhecimento terá direito somente a uma nova oportunidade, no prazo máximo de trinta dias após a realização do primeiro exame;

§ 4° O resultado do julgamento do Exame de Conhecimento será expresso por uma das seguintes avaliações: Aprovado (Ap) ou Não Aprovado (NAp).

§ 5° A segunda etapa, denominada Exame de Qualificação (Pré-Projeto), será realizada até 18 (dezoito) meses após o ingresso do aluno no curso, na qual o discente deverá apresentar à banca seu Projeto de Dissertação. O aluno que não obtiver êxito nesta etapa terá direito somente a uma nova oportunidade, no prazo máximo de um mês após a realização;

§ 6° As bancas examinadoras do Exame de Qualificação (Pré-Projeto), designadas pelo Coordenador, serão constituídas pelo orientador do discente, como presidente, e por mais dois membros titulares e um suplente, integrantes do corpo docente do próprio PPGMAT-UFPI, de outro PPG da UFPI ou convidado de outra instituição, todos com titulação de Doutor.

§ 7° O resultado do julgamento do Exame de Qualificação (Pré-Projeto) será expresso por uma das seguintes avaliações: Aprovado (Ap) ou Não Aprovado (NAp).

Art. 35 A Qualificação, obrigatória para todos os alunos regulares do Doutorado, será realizada em duas etapas.

§ 1° A primeira etapa, denominada Exame de Áreas, será escrita e deverá ser realizada até 18 (dezoito) meses após o ingresso do aluno no curso, tendo como objetivo avaliar os conhecimentos obtidos pelo aluno em duas linhas de pesquisa do programa de acordo com o Anexo III.

§ 2° A primeira etapa será aplicada duas vezes ao ano, no máximo quarenta e cinco dias após o término de cada semestre letivo, podendo o aluno optar em qual ocasião irá submeter-se. A prova escrita será elaborada e aplicada por uma comissão composta por três docentes do Programa, proposta pela Coordenação e aprovada pelo colegiado;

§ 3° A segunda etapa, denominada Exame de Qualificação Oral, deverá ser realizada na forma de defesa do Projeto de Tese até 24 (vinte e quatro) meses após o ingresso de aluno no curso. O aluno que não obtiver êxito nesta etapa terá direito somente a uma nova oportunidade, no prazo máximo de um mês após a realização;

§ 4° As bancas examinadoras da segunda etapa, designadas pelo Colegiado do Programa, serão constituídas pelo orientador do aluno, como presidente, e por mais dois membros titulares e um suplente, integrantes do corpo docente do próprio Programa, de outro Programa da UFPI ou convidado de outra instituição.

CAPÍTULO XIII

DO DESLIGAMENTO

Art. 36 Além dos casos previstos no Regimento Geral da UFPI e no Regulamento da Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFPI, será desligado do Programa o aluno que:

I. apresentar requerimento à Coordenação solicitando seu desligamento;
II. for reprovado por duas vezes em uma mesma disciplina;
III. for reprovado uma vez em duas disciplinas distintas;
IV. não obtiver aprovação em qualquer etapa de Qualificação dentro do prazo que lhe é de direito, de acordo com os Artigos 34 e 35;
V. não comprovar integralização curricular no prazo regimental.

Art. 37 Os tempos mínimo e máximo de permanência no Programa para a obtenção do Grau de Mestre são, respectivamente, de 12 (doze) e 24 (vinte e quatro) meses.

Parágrafo Único. Se autorizado pelo Colegiado, mediante justificativa e anuência do orientador, será concedido ao aluno mais 6 (seis) meses de permanência no Programa para conclusão do curso.

Art. 38 Os tempos mínimo e máximo de permanência no Programa para a obtenção do Grau de Doutor são, respectivamente, de 24 (vinte e quatro) e 48 (quarenta e oito) meses.

Parágrafo Único. Se autorizado pelo Colegiado, mediante justificativa e anuência do orientador, será concedido ao aluno mais 12 (doze) meses de permanência no Programa para conclusão do curso.

CAPÍTULO XIV

DOS TÍTULOS

Art. 39 A elaboração do Trabalho de Dissertação ou Tese obedecerá às normas dispostas no Regimento Geral dos Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFPI.

Parágrafo Único. O Trabalho de Dissertação ou Tese será elaborado de acordo com o modelo fornecido pela Coordenação do Programa.

Art. 40 Ao concluir o Trabalho de Dissertação, e cumpridas as exigências constantes neste Regimento e normas da Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFPI, o orientador do mestrando irá sugerir à Coordenação do Programa a composição da Banca Examinadora.

§1° A Banca Examinadora, proposta pela Coordenação e aprovada pelo colegiado, será composta por três examinadores e um suplente, sendo, no mínimo, um dos docentes integrantes de outra Instituição;

§2° A Banca Examinadora será presidida pelo Orientador do Aluno;

§3° Os examinadores, bem como o suplente, deverão ser portadores do título de doutor ou equivalente.

Art. 41 Os membros da Banca Examinadora da Defesa de Dissertação deverão atribuir ao mestrando uma das seguintes menções: Aprovado (Ap) ou Não Aprovado (NAp).

§1° Será considerado aprovado o aluno que receber a menção "Ap" pela Banca Examinadora;

§2° Nos casos em que sejam sugeridas modificações na dissertação pelos membros da banca examinadora, o aluno deverá efetuar as mudanças dentro do prazo máximo de sessenta dias corridos e somente após o cumprimento dessa exigência poderá solicitar o seu diploma de Mestre;

§3° Qualquer documentação comprobatória de conclusão do mestrado será emitida, pela Coordenação, somente após a entrega dos exemplares da versão final da dissertação.

Art. 42 Para obter o Grau de Mestre, o aluno deverá, dentro do prazo regimental, ter satisfeito as exigências do Regimento Geral da UFPI, normas da Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFPI e do presente Regimento.

Parágrafo Único. A UFPI outorgará o título de Mestre em Matemática aos mestrandos do programa que tenham cumprido os dispositivos de que trata o *caput* deste artigo.

Art. 43 Ao concluir o Trabalho de Tese e cumpridas as exigências constantes neste Regimento e normas da Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFPI, o orientador do doutorando irá sugerir à Coordenação do Programa a composição da Banca Examinadora.

§1° A Banca Examinadora, proposta pela Coordenação e aprovada pelo colegiado, será composta por cinco examinadores e dois suplentes, sendo, no mínimo, dois dos docentes integrantes de outra Instituição;

§2° A Banca Examinadora será presidida pelo Orientador do Aluno;

§3° Os Examinadores, bem como os suplentes, deverão ser portadores de título de doutor ou equivalente.

Art. 44 Os membros da Banca Examinadora da Defesa de Tese deverão atribuir a doutorando uma das seguintes menções: Aprovado (Ap) ou Não Aprovado (NAp).

§1° Será considerado aprovado o aluno que receber a menção "Ap" pela Banca Examinadora;

§2° Nos casos em que sejam sugeridas modificações na tese pelos membros da banca examinadora, o aluno deverá efetuar as mudanças dentro do prazo, máximo, de sessenta dias corridos e somente após o cumprimento dessas exigências poderá solicitar o seu diploma de Doutor;

§3° Qualquer documentação comprobatória de conclusão do doutorado será emitida, pela Coordenação, somente após a entrega dos exemplares da versão final da dissertação.

Art. 45 Para obter o Grau de Doutor, o aluno deverá, dentro do prazo regimental, ter satisfeito as exigências do Regimento Geral da UFPI, normas da Pós-Graduação Stricto Sensu da UFPI e do presente Regimento.

Parágrafo Único. A UFPI outorgará o título de **Doutor em Matemática** aos doutorandos do programa que tenham cumprido os dispositivos de que trata o *caput* deste artigo.

CAPÍTULO XV

DAS DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS

Art. 46 Os casos omissos neste Regimento serão resolvidos, preliminarmente pelo Colegiado do Programa, cabendo recursos às instâncias superiores da UFPI, conforme legislação interna vigente.

Art. 47 O presente regimento entrará em vigor na data de sua aprovação pelo CEPEX.

Art. 48 Tornar sem efeito a Resolução Nº 087/18 CEPEX/UFPI.

ANEXO I

ESTRUTURA ACADÊMICA

GRUPO I

DISCIPLINAS E ATIVIDADES OBRIGATÓRIAS

MESTRADO		
Disciplina	**Créditos**	**Carga Horária**
Análise no R^n	6	90 h
Análise Complexa	4	60 h
Estruturas Algébricas	4	60 h
Geometria Diferencial	4	60 h
Atividade	Créditos	Carga Horária
Defesa de Dissertação	6	90 h
Exame de Qualificação	0	Não se aplica
Estágio à Docência	2	30 h
DOUTORADO		
Disciplina	**Créditos**	**Carga Horária**
Análise Funcional	6 M/D	90 h
Variedades Diferenciáveis	6 M/D	90 h
Equações Diferenciais Parciais I	6 M/D	90 h
Geometria Riemanniana	6 M/D	90 h
Otimização I	6 M/D	90 h
Atividade	**Créditos**	**Carga Horária**
Defesa de Tese	12	180 h
Exame de Qualificação	0	Não se aplica
Estágio à Docência	4	60 h

GRUPO II

DISCIPLINAS ELETIVAS

Disciplina	Créditos	Carga Horária
Acompanhamento discente - Mestrado	2 M	30 h
Acompanhamento discente - Doutorado	4 D	60 h
ANÁLISE		
Equações Diferenciais Ordinárias	4 M/D	60 h
Equações Diferenciais Parciais II	4 M/D	60 h
Introdução às Equações dispersivas não-lineares	4 M/D	60 h
Análise Harmônica	4 M/D	60 h

Espaços de Sobolev e Aplicações às EDPs	4 D	60 h
Equações Diferenciais Parciais Elípticas	4 D	60 h
Medida e Integração	4 M	60 h
Teoria de Semigrupos e Aplicações	4 D	60 h
Teoria do Controle	4 M/D	60 h
Teoria dos Pontos Críticos	4 M/D	60 h
Teoria Espectral	4 D	60 h
Tópicos de Análise I	4 M/D	60 h
Tópicos de Análise II	4 D	60 h
Seminário de Análise I	4 D	60 h
Seminário de Análise II	4 D	60 h
GEOMETRIA E TOPOLOGIA		
Dinâmica Hiperbólica	4 M/D	60 h
Geometria de Subvariedades	4 D	60 h
Análise Geométrica	4 M/D	60 h
Teoria Ergódica	4 M/D	60 h
Topologia Geral	4 M/D	60 h
Topologia Algébrica	4 M/D	60 h
Subvariedades Mínimas	4 D	60 h
Tópicos de Geometria Diferencial	4 D	60 h
Tópicos de Geometria I	4 M/D	60 h
Tópicos de Geometria II	4 D	60 h
Seminário de Geometria I	4 D	60 h
Seminário de Geometria II	4 D	60 h
MATEMÁTICA APLICADA		
Álgebra Linear Computacional	4 M/D	60 h
Análise Numérica	4 M	60 h
Biomatemática	4 M	60 h
Lógica Fuzzy	4 M	60 h
Elementos de Otimização	4 M	60 h
Otimização II	4 D	60 h
Otimização Vetorial	4 D	60 h
Introdução à Teoria da Regularização	4 M/D	60 h
Métodos em Otimização Convexa e não Convexa	4 D	60 h
Programação Linear	4 M/D	60 h
Tópicos de Otimização	4 M/D	60 h
Tópicos de Matemática Aplicada	4 M/D	60 h
Seminário de Otimização	4 D	60 h
Seminário de Matemática Aplicada	4 D	60 h

ANEXO II

EMENTÁRIO DAS DISCIPLINAS

GRUPO I

DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS

MESTRADO

Análise no R^n: Topologia do espaço euclidiano. Caminhos no espaço euclidiano. Funções reais de n variáveis. Aplicações diferenciáveis. Integrais Múltiplas. Integrais de superfície: teorema de Stokes.

Bibliografia:

1. Lang, S.: Undergraduate Analysis. New York. Springer-Verlag. 1983.
2. Lima, E. L.: Análise no espaço R^n. Coleção Matemática Universitária. Rio de Janeiro, IMPA. 2004.
3. Lima, E. L.: Curso de Análise vol.2. Projeto Euclides. Rio de Janeiro, IMPA. 1989.
4. Lima, E. L.: Análise Real vol.2. Coleção Matemática Universitária. Rio de Janeiro, IMPA. 2004.
5. Spivak, M.: O Cálculo em Variedades. Coleção Clássicos em Matemática. Editora Ciência Moderna. Rio de Janeiro. 2003.

Análise Complexa: Números complexos. Funções analíticas: séries de potências, fórmula integral de Cauchy. Séries de Taylor e de Laurent. Singularidades. Teorema de resíduos e aplicações. Aplicações conforme. Teorema da representação conforme de Riemann. Funções harmônicas. Fórmula de Poisson.

Bibliografia:

1. Ahlfors, L.: Complex Analysis. New York. Mc-Graw Hill, 1966.
2. Cartan, H.: Elementary theory of analytic functions of one or several complex variables. Dover Publications, New York, 1995.
3. Conway, J. B.: Functions of one Complex Variable. Spring-Verlag. Berlin. 1978.
4. Knopp, K.: Theory of functions, part I and II. Dover, New York, 1996.
5. Markushevich, A. I.: Theory of functions of a complex Variable, second edition. MAS, New York, 2005.
6. Stein, E. and Shakarchi, R.: Complex Analysis. Princeton Lectures in Analysis, No 2. Princeton University Press, 2003.

Estruturas Algébricas: Anéis euclidianos, inteiros de Gauss. Anéis fatoriais, critério de Eisenstein, lema de Gauss. Polinômios simétricos, algoritmo de Newton. Resultante, teorema de Bezout. Módulos sobre domínios principais, forma canônica de Jordan. Teorema da base de Hilbert. Teorema dos zeros de Hilbert. Grupos, grupos quocientes. Teorema de Lagrange. Grupos finitos com dois geradores. Grupos de permutações. Teorema de Sylow. Teorema de Jordan-Hölder. Grupos solúveis. Teoria de módulos finitamente gerados.

Bibliografia:

1. Artin, M.: Algebra. Prentice-Hall. New Jersey. 1991.
2. Garcia, A. e Lequain, Y.: Álgebra: Um Curso de Introdução. Projeto Euclides. Rio de Janeiro, IMPA. 1988.
3. Garcia, A. e Lequain, Y.: Elementos de Álgebra. Projeto Euclides. Rio de Janeiro, IMPA. 2003.
4. Jacobson, N.: Lectures in Abstract Algebra, Vol. I. Van Nostrand. New York. 1951.

Geometria Diferencial: Curvas planas; Desigualdade isoperimétrica. Curvas no espaço: curvatura e torção, Triedro de Frenet, teorema de existência e unicidade de curvas. Superfícies no R3: primeira forma fundamental e área. Aplicação normal de Gauss; direções principais, curvatura de Gauss e curvatura média, linhas de curvatura. Geometria intrínseca, exemplos clássicos de superfícies. Derivada covariante, o teorema Egregium; curvatura geodésica; equações das geodésicas, cálculo de geodésicas em superfícies; a aplicação exponencial, o teorema de Gauss-Bonnet. Outros tópicos.

Bibliografia:

1. Araújo, P. V.: Geometria Diferencial. Coleção Matemática Universitária. IMPA. Rio de Janeiro, 1998.
2. Do Carmo, M. P.: Geometria Diferencial de Curvas e Superfícies. Textos universitários, SBM. Rio de Janeiro, 2005.
3. Lima, Elon Lages: Curso de Análise vol 2. Projeto Euclides, IMPA. Rio de Janeiro, 2000.
4. O’ Neill, B.: Elementary differential geometry, 2ed. New York: Academic Press, 1971.

DOUTORADO

Análise Funcional: Espaços vetoriais normados. Espaços de Banach. Espaço quociente. Espaços de Lebesgue, Teorema de Fischer-Riesz, Reflexividade e Separabilidade, Convolução e Regularização, Densidade de funções suaves. Operadores lineares e seus adjuntos. Teorema de Hahn-Banach. Teorema da limitação uniforme. Teorema do gráfico fechado. Teorema da aplicação aberta. Topologia fraca. Teorema de Banach-Alaoglu. Espaços reflexivos. Espaços de Hilbert. Conjuntos ortonormais. Teorema da representação de Riesz. Operadores compactos. Teoria espectral de operadores compactos auto-adjuntos.

Bibliografia:

1. Bachman, G. and Narici, L.: Functional Analysis. Academic Press, New York. 1966.

2. Botelho, G., Pellegrino, D. e Teixeira, E.: Fundamentos de Análise Funcional, Coleção Textos Universitários, SBM, 2015
3. Brezis, H.: Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations. New York, Springer, 2011.
4. Conway, J.: A Course in Functional Analysis. Springer. 1985.
5. Kolmogorov, A. N. and Fomin, S. V.: Introductory real analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood, N.J.. 1970.
6. Oliveira, C. R.: Introdução à Análise Funcional. Publicações Matemáticas. Rio de Janeiro, IMPA. 2005.

Variedades Diferenciáveis: Variedades diferenciáveis: definições, exemplos, variedade com bordo, fibrado tangente. Elementos da teoria de grupos de Lie. Aplicações diferenciáveis: imersões, submersões, mergulhos. Partições da unidade. Teorema do Mergulho de Whitney. Tensores e métricas Riemannianas. Homotopia. Formas diferenciais. Orientação. Integração em variedades: Teorema de Stokes. Cohomologia de De Rham. Distribuições e o Teorema de Frobenius.

Bibliografia:

1. Guillemin, P. e Pollack, A.: Differential topology. New Jersey: Prentice-Hall, 1974.
2. Lee, John: Introduction to smooth manifolds. Graduate Texts in Mathematics, Springer. 2002.
3. Lima, Elon Lages: Curso de Análise vol 2. Projeto Euclides, IMPA. Rio de Janeiro, 2000.
4. Tu, L.: An Introduction to Manifolds. Springer Second Edition. 2010.
5. Warner, Frank: Foundations of differentiable manifolds and Lie groups. Scott. Foresman, New York, 1971.

Equações Diferenciais Parciais I: Equação de Laplace: funções harmônicas, princípio do máximo, regularidade, teorema de Liouville, solução fundamental, desigualdade de Harnack, funções de Green, métodos da energia. Espaços de Sobolev: teoremas de densidade, mergulhos e compacidade. Equação do Calor: solução fundamental, problema de valor inicial, propriedade do valor médio, princípio do máximo, estimativa das derivadas, método da energia. Equação da Onda: fórmula de d'Alembert, soluções no plano e no espaço, métodos da transformada de Fourier e da energia.

Bibliografia:

1. Evans, L. C.: Partial Differential Equations. Graduate Studies in Mathematics vol. 19, American Mathematical Society, 1998.
2. Gilbarg, D., Trudinger, N.S.: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1998.
3. Iório Jr, R. e Iório, V.: Equações Diferenciais Parciais, uma introdução. Projeto Euclides. Rio de Janeiro, IMPA. 1988.
4. John, F.: Partial Differential Equations. Third edition. Springer-Verlag. New York, 1978.
5. Jost, J.: Partial Differential Equations (Graduate Texts in Mathematics). Springer, 2002.
6. Medeiros, L. A.; Ferrel, J. L. e Biazutti, A. C.: Métodos clássicos em equações diferenciais parciais. Instituto de Matemática, UFRJ, 2000.

Geometria Riemanniana: Métricas Riemannianas. Conexões. Geodésicas. Curvaturas. Derivação covariante de tensores. Campos de Jacobi. Imersões isométricas. Variedades Riemannianas completas: Teorema de Hopf-Rinow, Teorema de Hadamard. Espaços de curvatura constante. Variações do comprimento de arco. Teorema de comparação de Rauch.

Bibliografia:

1. do Carmo, M.P.: Geometria Riemanniana. Projeto Euclides, IMPA. Rio de Janeiro, 1979.
2. Gallot, S.; Huylin, D. e Lafontaine, J.: Riemannian Geometry. Berlin, Springer-Verlag, 1987.
3. Jost, J.: Riemannian Geometry and Geometric Analysis. 3nd Edition, Springer-Verlag, Milan, 1998.
4. Lee, John: Riemannian Manifolds: An Introduction to Curvature. Graduate. Texts in Mathematics, Springer. 1997.
5. Petersen, Peter: Riemannian Geometry. University of California. Graduate Texts in Mathematics. Springer. 1997.
6. Sakai, T.: Riemannian Geometry. A.M.S., Mathematical Monographs, vol. 149.

Otimização I: Condições de otimalidade para problemas sem restrições. Métodos para otimização irrestrita (métodos de descida e busca linear, o método do gradiente, o método de Newton, métodos quase-Newton, métodos de direções conjugadas). Conjuntos convexos. Teoremas de separação. Teoremas de alternativa. Funções convexas. Método subgradiente e método do ponto proximal. Condições de otimalidade no caso das restrições de igualdade e desigualdade (condições de Karush-Kuhn-Tucker, condições de segunda ordem). Elementos da Teoria de Dualidade. Teoria de Operadores Monótonos.

Bibliografia:

1. Bazaraa, M. S., Sherali, H. D. and Shetty, C. M.: Nonlinear programming: Theory and algorithms. 3nd ed. Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, Hoboken, Nj, 2006.
2. Bertsekas, D. P.: Nonlinear programming, Belmont, Mass: Athena Scientific, 1995.
3. Izmailov, A. and Solodov, M.: Otimização, volume 1: Rio de Janeiro, IMPA, 2005.
4. Luenberger, D. G. and YE, Y.: Linear and Nonlinear Progromming. Fourth Edition, Stanford University, 2016.
5. Nesterov, Y.: Introductory Lectures on Convex Optimization: A Basic Course, 87 Applied Optimization, Springer Science & Business Media, 2003.
6. Peressini, A.L.; Sullivan, F.E., UHL, J.J., JR:The mathematics of nonlinear programming. Undergraduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, New York, 1988.
7. Rockafellar, R.T.: Convex Analysis. Princeton Univ. Press, 1970.

Grupo II

Disciplinas Eletivas

Acompanhamento discente Mestrado: disciplina que visa a integralização dos estudos e poderá ser feita em outros Programas ofertados pela UFPI ou outras IES credenciadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), desde que seja de interesse ao desenvolvimento da Dissertação do(a) discente.

Acompanhamento discente Doutorado: disciplina que visa a integralização dos estudos e poderá ser feita em outros Programas ofertados pela UFPI ou outras IES credenciadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) ou ainda para discente que estejam realizando doutorado sanduíche, desde que seja de interesse ao desenvolvimento da Tese do(a) discente.

ANÁLISE

Equações Diferenciais Ordinárias: Teorema de existência e unicidade. Dependência diferenciável das condições iniciais. Equações lineares. Exponencial de matrizes. Classificação dos campos lineares. Forma canônica de Jordan. Equações lineares não autônomas: solução fundamental e teorema de Liouville. Equações lineares não homogêneas. Equações com coeficientes periódicos, teorema de Floquet. Estabilidade e instabilidade assintótica de um ponto singular de uma equação autônoma. Funções de Lyapounov. Pontos fixos hiperbólicos. Enunciado do teorema de linearização de Grobman-Hartman. Fluxo associado a uma equação autônoma. Conjuntos limites. Campos gradientes. Campos Hamiltonianos. Campos no plano: órbitas periódicas e Teorema de Poincaré-Bendixon. Órbitas periódicas hiperbólicas. Equação de Van der Pol.

Bibliografia:

1. Arnold, V.: Equations Diferentialles Ordinaires. Moscou, Ed. Mir. 1974.
2. Doering, C. I. e Lopes, A. O.: Equações Diferenciais Ordinárias. Coleção Matemática Universitária. Rio de Janeiro, IMPA. 2005.
3. Figueiredo, D. G. e Neves, A. F.: Equações diferenciais aplicadas. Coleção Matemática Universitária. Rio de Janeiro, IMPA. 2005.
4. Hirsch, M. and Smale, S.: Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra. New York, Academic Press. 1974.
5. Pontryagin, L. S.: Ordinary Differential Equations. Reading, Mass., Addison-Wesley. 1969.
6. Sotomayor, J.: Lições de Equações Diferenciais Ordinárias. Projeto Euclides. Rio de janeiro, IMPA. 1979.

Equações Diferenciais Parciais II: Métodos de Compacidade: Teoremas de Compacidade: de Aubins Lions e de Simon e aplicações à Equação da Onda não Linear, Equações de Navier Stokes, Equações de Schroedinger, Modelos de Kirchho para Vibrações não Lineares; Métodos de Monotonia: Equações Parabólicas Monótonas, Métodos de Monotonia e Operadores

Hiperbólicos não Lineares, Problema Estacionário, Variantes do Problema de Navier Stokes; Métodos de Ponto Fixo: Teoremas do Ponto Fixo: de Banach, de Schauder, de Kakutani, de Schaefers e aplicações às Equações Parabólicas não Lineares e Problemas Elípticos Quaselineares.

Bibliografia:

1. Brezis, H.: Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations. New York, Springer, 2011.
2. Evans, L. C.: Partial Differential Equations. Graduate Studies in Mathematics vol. 19, American Mathematical Society, 1998.
3. Kesavan, S.: Topics in Functional Analysis and Applications, Wiley Eastern Limited, 1989.
4. Lions, J.L.: Quelques Méthodes de résolution des problèmes aux limites nonlinéaires, Dunod Gauthier-Villars, 1969
5. Medeiros, L.A., Miranda, M.M.: Introdução aos Espaços de Sobolev e as Equações Diferenciais Parciais, IM-UFRJ, 1993.

Introdução às Equações Dispersivas Não-Lineares: Transformada de Fourier: nos espaços das funções integráveis, de Schwartz, das funções quadrado integráveis, das distribuições temperadas. Teoremas de Riez-Thorin, de Stein, de Marcinkiewicz. Desigualdades de Young e Hausdorff-Young e Hardy-Littlewood-Sobolev. Espaços de Sobolev. Espaços de Bourgain. Equação de Schrodinger linear: efeitos regularizantes globais e locais. Equação de Schrodinger não linear: teoria local e global e formação de singularidades. Equação de Korteweg-de Vries generalizada: teoria local e global. Aplicações.

Bibliografia:

1. Cazenave, T.: Semilinear Schrödinger equation, Courant Lectures Notes 10, AMS, 2003.
2. Linares, F., Ponce, G.: Introduction to Nonlinear Dispersive Equations, Springer, 2009.
3. T. Tao, Nonlinear Dispersive Equations, Local and Global Analysis, CBMS Regional Conferences Series in Mathematics, 106, AMS, 2006.

Análise Harmônica: Transformada de Fourier. Noções fundamentais da teoria de variáveis reais: a função maximal. Interpolação de operadores. Integrais singulares. Transformadas de Riesz: integrais de Poisson. Esféricos harmônicos. Séries de Fourier múltiplas. A teoria de Littlewood-Paley e multiplicadores. Espaços de Hardy.

Bibliografia:

1. Duonadikoetxea, J.: Fourier Analysis, Graduate Studies in Mathematics, vol. 29, AMS, Providence, RI, 2001.
2. Grafakos, L. Classical Fourier Analysis, Graduate Texts in Mathematics, 249, Springer, 2004
3. Stein, E. – Harmonic Analysis, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1993.

Espaços de Sobolev e Aplicações às EDPs: Noção de distribuição de Schwartz. Propriedades elementares dos Espaços de Sobolev $W^{m,p}$. Traço de funções de H^m. Imersões de Sobolev. Teorema de Lax-Milgram. Problemas de Dirichlet. Problemas de Neumann. Método de Feado-Galerkin-Lions. Equações parabólicas. Equações hiperbólicas.

Bibliografia:

1. Adams. R.A.: Sobolev Spaces, Academic Press, N.Y., 1975.
2. Brezis, H.: Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations. New York, Springer, 2011.
3. Evans, L. C.: Partial Differential Equations. Graduate Studies in Mathematics vol. 19. American Mathematical Society, 1998.
4. J.L-Lions, Quelques méthodes de résolution des problèmes aux limites non linéaires, Dunod, 1969.
5. Medeiros, L.A. & Milla Miranda, M, Introdução aos Espaços de Sobolev e às equações diferenciais parciais, IM-UFRJ 2011
6. Schwartz, L. Généralization de la Notion de Fonction, de Dérivation et de Transformation de Fourier et Application Mathématiques et Physiques, Annales Univ. Grenoble 21 (1945), 57-74.

Equações Diferenciais Parciais Elípticas: A equação de Laplace, representação de Green, problema de Dirichlet, método das funções subharmônicas, princípio do máximo, desigualdade de Harnack, equação de Poisson, potencial newtoniano, problema de Dirichlet para a equação de Poisson, soluções clássicas, Teoria de Schauder, Teoria de De Giorgi-Nash-Moser: teoria de regularidade de DeGiorgi, Método de iteração de Moser. Espaços de Sobolev, espaços $W^{k,p}$, teoremas de densidade e mergulhos, resultados de compacidade, soluções generalizadas, regularidade, problema de autovalores, soluções fortes. Equações totalmente não-lineares, soluções no sentido da viscosidade, princípio do máximo de Alexandro, desigualdade de Harnack, Teoria $W^{2,p}$ para soluções no sentido da viscosidade**.**

Bibliografia:

1. Evans, L. C.: Partial Differential Equations. Graduate Studies in Mathematics vol. 19, American Mathematical Society, 1998.
2. Gilbarg, D., Trudinger, N.S.: Elliptic Partial Differential equations of Second Order, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1998.
3. Fanghua Lin, Qing Han.: Elliptic Partial Differential Equations, American Mathematical Society 2000.

Medida e Integração: Conjuntos e funções mensuráveis. Medidas. Integração de funções positivas mensuráveis e Integração de funções reais. Teoremas de convergência. Diferenciação e Integral de Lebesgue. Espaços de Banach e operadores lineares sobre espaços vetoriais normados. Tipos de convergência. Teoremas de decomposição; Teorema de Radon-Nikodyn. Teorema de representação de Riesz. Teoremas de Fubini e de Tonelli.

Bibliografia:

1. Bartle, R.: The elements of integration and Lebesgue measure. New York. John Wiley and Sons. 1995.
2. Folland, G. B.: Real Analysis, Modern Techniques and their applications. John Wiley and Sons. 1984.
3. Isnard, C.: Introdução à medida e integração. Projeto Euclides. Rio de Janeiro, IMPA. 2007.
4. Royden, MN.: Analysis. New York. The MacMillan. 1963.
5. Rudin W.: Real and Complex Analysis. Mac-Graw Hill. 1966.

Teoria de Semigrupos e Aplicações: Semigrupos: fortemente contínuos, compactos, analíticos. O teorema de Hille-Yosida. O teorema de Lumer e Phillips. Os teoremas de aproximação de Trotter-Kato. Aplicações: Equação de difusão linear. Equação de ondas lineares. Sistema termoelástico linear. Equação de difusão não linear.

Bibliografia:

1. H. Brezis, Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations, Springer, 2010.
2. K.-J. Engel & R. Nagel, A short course on operator semigroups, Springer, 2005.
3. A. Friedman, Partial diferential equations, Dover Publications, Inc. 1997.
4. J. A. Goldstein, Semigroups of linear operators and applications, Oxford University Press, 1995.
5. A. M. Gomes, Semigrupos de operadores lineares e aplicações às equações de evolução, IM-UFRJ, 2007.
6. Z. Liu & S. Zheng, Semigroups associated with dissipative systems, Chapman & Hall/CRC, London, 1999.
7. A. Pazy, Semigroups of linear operators and applications to partial differential equations, Spring, 1983. 2nd ed. 2008.

Teoria do Controle: Controlabilidade de sistemas lineares. Equações Parabólicas: Desigualdade de Carleman para equação do calor, desigualdade de observabilidade, controlabilidade aproximada e nula para a equação do calor. Equações Hiperbólicas: Desigualdade de Carleman para equação da onda, desigualdade de observabilidade, controlabilidade aproximada e nula para a equação da onda, Método HUM. Técnicas de controlabilidade para alguns sistemas não lineares.

Bibliografia:

1. Coron, J.-M.: Control and Nonlinearity, Mathematical Surveys and Monographs Volume 136, American Mathematical Society, 2007.
2. Fernandez-Cara, E.: Some Results Concerning the Control of Parabolic PDEs, Universidad de Sevilla, 2008.
3. Fursikov, A.; Imanuvilov, O.: Controllability of evolution equations: lecture notes, Vol 34, Seoul National University, Korea, 1996.
4. Medeiros, L. A.; Miranda, M. M.; Lourêdo, A. T.: Introduction to exact control theory method HUM, EDUEPB, Campina Grande, Para´ıba, 2013.
5. Puel, J. P.: Global Carleman inequalities for the wave equations and applications to controllability and inverse problems. Cours Udine Mod1-06- 04-542968, Udine, 2011.
6. Zuazua, E.: Controllability of Differential Equations, 3rd cycle, Castro Urdiales (Espagne), 2006.

Teoria do Ponto Crítico: Pontos Críticos via Minimização. O Teorema da Deformação. O Teorema do Passo da Montanha. O Teorema do Ponto de Sela. Pontos Críticos com Vínculos Naturais. Aplicações Pontos Críticos na Presença de Simetria. O Princípio Variacional de Ekeland. Princípio de Minimax Geral, Teoria de Lusternik-Schnirelman. Multiplicidade na teoria Continuação. O Lema de Concentração Compacidade de Lions e aplicações.

Bibliografia:

1. Costa, D.G.: An Invitation to Variational Methods in Differential Equations (Birkhuser Advanced Texts/Basler Lehrbcher), 2007.
2. Figueiredo, D.G.: The Ekeland variational principle with applications and detours. Tata Institute of fundamental research, Bombay, 1989.
3. Ghoussoub, N.: Duality an perturbation methods in critical point theory. Cambridge University Press, 1993.
4. Willem, M.: Minimax Theorems, Birkhauser, Boston, Besel, Berlim, 1996.
5. Kavian, O.: Introduction à la théorie des points critiques: et applications aux problèmes elliptiques (Mathématiques et Applications), 1994.
6. Rabinowitz, P.H.: Minimax Methods in Critical Point Theory With Applications to Differential Equations (Cbms Regional Conference Series in Mathematics), 1986.

Teoria Espectral: Operadores lineares limitados e não limitados. Operadores integrais, operadores de multiplicação e operadores diferenciais. O teorema de extensão para operadores limitados. A transformada de Fourier em $L^1(R^n)$, $S(R^n)$ e $L^2(R^n)$. Distribuição de Schwartz, distribuições temperadas e distribuições de suporte compacto. Os espaços de Sobolev $H^s(R^n)$. Aplicações às equações de evolução, lineares e não lineares. Operadores fechados, fecháveis, simétricos e auto-adjuntos. Resolvente e espectro. A transformada de Cayley. O teorema espectral para operadores auto- adjuntos nas formas de integrais espectrais, de operador de multiplicação e de cálculo funcional. O teorema de Stone.

Bibliografia:

1. Hille, E.: Methods in Classical and Functional Analysis. Reading, Mass., Addison-Wesley Pub. Co.,1972.
2. Kolmogorov, A.N., Fomin, S. V.: Introductory Real Analysis, Dover Publ., Inc. Translated from the seconde russian edition, 1970.
3. Reed, M., Barry, S.: Methods of Modern Mathematical Physics vols. I e II. New York: Academic Press, 1972-1978.
4. Riesz, F., SZ-Nagy, B.: Functional Analysis, Frederick Ungar Publ.Co. Translated from the second french edition, 1955.
5. Rudin, W.: Real and Complex Analysis. New York, McGraw-Hill, 1966.
6. Stone, M.: Linear Transformations in Hilbert Space and their Applications to Analysis, Amer. Math. Soc. Colloq. Publ., vol. 15, 1932.
7. Thayer, J.: Operadores Auto-adjuntos e Equações Diferenciais Parciais. Rio de Janeiro, Projeto Euclides, IMPA, 1987.

Tópicos de Análise I: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

Tópicos de Análise II: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

Seminário de Análise I: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

Seminário de Análise II: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

GEOMETRIA E TOPOLOGIA

Dinâmica Hiperbólica: Ponto fixo hiperbólico e linearização topológica. Teorema da variedade estável e lambda lema. Teorema de Kupka-Smale. Conjuntos hiperbólicos: folheações estável e instável; exemplos: ferradura, solenóide, difeomorfismo derivado de Anosov, atrator de Plykin. Persistência e estabilidade de conjuntos hiperbólicos; lema de sombreamento. Estabilidade de difeomorfismos globalmente hiperbólicos (Anosov). Filtração e decomposição espectral dos difeomorfismos axioma A. Teorema da omega-estabilidade. Ciclos e exemplos de sistemas omega-instáveis. Estabilidade de ligação transversal de selas. Comentários sobre as conjecturas da estabilidade e da omega-estabilidade. Closing Lemma e questões correlatas. Elementos de teoria das bifurcações.

Bibliografia:

1. Brin, M. and Stuck, G.: Introduction to Dynamical Systems,Cambridge University Press, 2002.
2. Katok, A. and Hasselblatt, B.: Introduction to Modern Theory of Dynamical Systems, Cambridge University Press, 1995.
3. Melo, W., Van Strien, S.: One-Dimensional Dynamics, Springer-Verlag, 1993.

4. Palis, J., De Melo, W.: Introduction to Dynamical Systems, Berlin, Springer-Verlag, 1982. Versão Original: Projeto Euclides, IMPA, 1987.
5. Palies, J., Takens, F.: Hyperbolicity & sensitive chaotic dynamics at homoclinic bifurcations, Cambridge University Press, 1993.
6. Shub, M.: Global Stability of Dynamical Systems. New York, Springer-Verlag, 1987.

Geometria de Subvariedades: As equações fundamentais e o teorema fundamental das imersões isométricas. Imersões umbílicas e mínimas. Hipersuperfícies convexas. Subvariedades com curvatura não positiva. Redução de codimensão. Imersões isométricas entre espaços de curvatura seccional constante. Rigidez isométrica local. Rigidez isométrica global. Composição de imersões isométricas. Subvariedades conformemente euclidianas. Imersões conformes. Outros Tópicos.

Bibliografia:

1. Dajczer, M. et al.: Submanifolds and Isometric Immersions, Houston, Publish or Perish, 1990.
2. Do Carmo, M.: O Método do Referencial Móvel. Rio de Janeiro, III ELAM, IMPA, 1976.
3. Rodriguez, L.: Geometria das Subvariedades. Rio de Janeiro, Monografias de Matemática, IMPA, 1976.
4. Spivak, M.: A Comprehensive Introduction to Differential Geometry, Berkeley, Publish or Perish, 1970-75.
5. Xin, Y.: Minimal Submanifolds and Related Topics. Word Scientific 2003.

Análise Geométrica: Teoremas de comparação: Teoremas de comparação de campos de Rauch, de Toponogov, de Bishop-Gromov, teorema de comparação do hessiano e do laplaciano, teorema de comparação de autovalores e teorema de comparação de Cheng. Estimativas de autovalor para o operador Laplaciano. Tópicos de análise em variedades.

Bibliografia:

1. Cheeger, J., Ebin, D.G.: Comparison Theorems in Riemannian Geometry, North Holland, Amsterdamm, 1975.
2. Grigoryan, A.: Heat Kernel and Analysis on Manifolds, AMS/IP studies in advanced mathematics, 2009.
3. Jost, J.: Riemannian Geometry and Geometric Analysis. Universitext, Springer, 2011.
4. Li, P.: Geometric Analysis. Cambridge Studies in Advanced Mathematics-vol. 134, Cambridge University Press, 2012.
5. O'Neill, B.: Semi-Riemannian Geometry with applications to relativity, academic Press, 1983.
6. Petersen, P.: Riemannian Geometry. Springer, 2ª edição, 2006. (Graduate Texts in Mathematics).
7. Pigola, P., Rigoli, M. and Setti, A.G.: Vanishing and Finiteness Results in Geometric Analysis. Birkhauser Verlag, 2008.
8. Schoen, R., Yau, S.-T.: Lectures on Differential Geometry. Conference Proceedings and Lecture Notes in Geometry and Topology-Vol 1, International Press, 1994.

9. Struwe, M.: Variational Methods, Applications to Nonlinear Partial Differential Equations and Hamiltonian Systems, vol 34. Springer, 1996.

Teoria Ergódica: Teorema de Recorrência de Poincaré e teorema ergódico de Birkhoff. Existência de medidas invariantes para transformações contínuas. Transformações ergódicas e misturadoras. Transformações unicamente ergódicas. Decomposição ergódica de medidas invariantes. Entropias

Bibliografia:

1. Katok, A., Hasselblat, B.: Introduction to Modern Theory of Dynamical Systems. Cambridge, 1995.
2. Mañé, R.: Ergodic Theory and Differentiable Dynamics. Berlin, Springer-Verlag, 1987.
3. Oliveira, K., Viana, M.: Fundamentos da Teoria Ergódica, 1a edição, Rio de Janeiro, 2014.
4. Walters, P.: Introduction to Ergodic Theory. Springer-Verlag, USA, 2000.

Topologia Geral: Espaços topológicos e funções contínuas. Conexidade e compacidade. Enumerabilidade e axiomas de separação. Teorema de Tychonoff. Espaços metrizável e paracompacidade. Espaço métrico completo e Espaço de funções. Espaços de Baire e teoria das dimensões. Grupo Fundamental. Teorema de Seifert-Kampen. Espaços de recobrimento. Homologia.

Bibliografia:

1. Bredon, G.: Topology and Geometry. Springer. 1993.
2. Lee, J.: An Introduction to Topological Manifolds. Springer. 2011.
3. Lima, E.: Espaços de Recobrimento. Projeto Euclides. IMPA - Brasil.
4. Lima, E.: Elementos de topologia geral. Textos Universitários. Editora SBM. 4ª edição, 2024
5. Munkres, J.: Topology. Springer. Second edition. 2014.

Topologia Algébrica: Grupo fundamental. Espaços de recobrimento. CW-Complexos. Homologia singular. Axiomas de Eilenberg-Steenhood. Sequências de Mayer-Vietores. Aplicações: Teorema da Invariância de dimensão; Teorema da separação de Jordan generalizado. Homologia de uma variedade. Característica de Euler. Cohomologia.

Bibliografia:

1. Hatcher, Allen.: Algebraic Topology. Cambridge University Press. 2002.
2. Lee, John.: Introduction to Topological Manifolds. Graduate Texts in Mathematics. Springer. 2000.
3. Mercuri, Francesco; Piccione, Paolo e Tausk, Daniel, V.: Notes on Morse Theory. 23º Colóquio Brasileiro de Matemática. Rio de Janeiro. IMPA. 2001.
4. Pitombeira, João Bosco.: Topologia Algébrica. 8º Colóquio Brasileiro de Matemática. Rio de Janeiro. IMPA. 1971.

Subvariedades Mínimas: Subvariedades mínimas de uma variedade Riemanniana como pontos críticos do funcional volume. Fórmulas da primeira e segunda variação do volume.

Exemplos clássicos em formas espaciais e variedades Kähler. Estabilidade e estimativas de curvatura de Schoen e Colding-Minicozzi. Aplicações para a compacidade de famílias de superfícies mínimas estáveis. Teoria global de superfícies mínimas em 3-variedades homogêneas. Outros tópicos.

Bibliografia:

1. Colding, T. e Minicozzi, W.P.: An Excursion into Geometric Analysis, Surveys in Differential Geometry, International Press, 2004.
2. Fang, Y.: Lectures on Minimal Surfaces in R3, Proceedings of the Centre for Mathematics and its Applications, Australian National University, volume 35, 1996.
3. Lawson, B.: Lectures on Minimal Submanifolds, Berkeley, Publish or Perish, 1980.
4. Osserman, R.: A Survey of Minimal Submanifolds, 1st ed., New York, Van Nostrand, 1969. New York, 2nd ed., Dover Publ, 1988.

Tópicos de Geometria Diferencial: Geometria de fibrados principais e vetoriais. Conexão, curvatura e paralelismo em fibrados; Tensores e espinores. Operadores diferenciais elípticos em variedades. Espaços funcionais; Elipticidade; Operadores de Laplace e Dirac. Método de Bochner. Problemas variacionais e equações elípticas semi-lineares e quase-lineares. Aplicações harmônicas; Subvariedades mínimas; Ação de Einstein-Hilbert; O funcional de Yamabe. Equações parabólicas em variedades. Equação e núcleo do calor; Fluxos geométricos: fluxo pela curvatura média, fluxo de Ricci.

Bibliografia:

1. Aubin, T.: Some nonlinear problems in Riemannian geometry, Springer-Verlag, Heildelberg, 1999.
2. Chow, Lu e Ni.: Hamilton's Ricci Flow, AMS, Providence, 2004.
3. Grigoryan, A.: Heat Kernel and Analysis on Manifolds, AMS/IP studies in advanced mathematics, 2009.
4. Neto, A.: Tópicos de Geometria Diferencial, SBM, 2014.
5. Petersen, P.: Riemannian geometry, Springer-Verlag, New York, 1996.
6. Schoen, R. e Yau, S.-T.: Lectures in differential geometry, International Pres,1999.

Tópicos de Geometria I: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

Tópicos de Geometria II: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

Seminário de Geometria I: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

Seminário de Análise Geometria II: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

MATEMÁTICA APLICADA

Álgebra Linear Computacional: Análise matricial. Decomposição em valores singulares. Sensibilidade de sistemas de equações lineares. Decomposição QR. Métodos para problemas de quadrados mínimos lineares. Análise de sensibilidade. Métodos iterativos clássicos para sistemas lineares. Introdução a Métodos baseados em subespaços de Krylon.

Bibliografia:

1. Bhtia, R.: Matrix analysis. New York: Springer, 1996.
2. Demmel, J. W.: Applied Numerical Linear Algebra. Philadelphia: SIAM, 1997.
3. Golub, G. H.; Van Loan, C. F.: Matrix computations. 3rd. Ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1996.
4. Greenbaum, A.: Iterative Methods for Solving Linear Systems. Philadelphia: SIAM, 1997.
5. Horn, R. A.; Johnson, C. R.: Matrix analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
6. Meyer, C. D.: Matrix analysis and applied linear álgebra. Philadelphia: SIAM, 2000.
7. Trefethen, L. N.: Bau, D.: Numerical Linear Algebra. Philadelphia: SIAM, 1997.
8. Wathins, D. S.: Fundamentals of matrix computations. New York: J. Wiley, 1991.

Análise Convexa: Conjuntos e funções convexas: Preliminares, Conjuntos convexos, Funções convexas, Interiores Relativos de Conjuntos Convexos, Função distância. Subdiferencial: Separação convexas, Cone normal de conjunto convexos, Lipschitz Continuidade de funções convexas, Subgradiente de funções convexas, Regras básicas de cálculo do subdiferencial, Subgradiente de funções suporte e função supremo, Função conjugada de Fenchel, Derivadas direcionais. Consequências notáveis de Convexidade: Caracterização da diferenciabilidade, Teorema de Carathéodory e Lema de Farkas, Teorema de Radon e Teorema de Helly, Cone tangente de conjunto convexos. Aplicações à Otimização: Existência de minimizadores em problemas de otimização, Condições de otimalidade, Subgradiente e Proximal método, O Problema de Fermat-Torricelli.

Bibliografia:

1. Borwein, J. M.; Vanderwerff, D. – Convex functions: contructions, characterizations and counteraxamples. Encyclopedia of mathematics, Cambridge, 2009.
2. Ekeland, I.; Témam, R; Convex Analysis and Variational Problems, Classics in applied mathematics, SIAM, 1999.
3. Florenzano, M.; Le Van, C.; Finite Dimensional Convexity and Optimization. Springer, 2001.
4. Rockafellar, T.; Convex Analysis, Princeton University Press, 1972.
5. Van Tiel, J.; Convex Analysis, Na Introduction Test, John Wiley & Sons, 1984.

Análise Numérica: Introdução à Teoria dos Erros. Raízes de Equações não Lineares. Interpolação Polinomial. Derivação e Integração Numérica. Equações Diferenciais Ordinárias de Primeira Ordem.

Bibliografia:

1. Atkinson, K. E.: An Introduction to Numerical Analysis, 2nd edition. Wiley. 1989.
2. Campos Filho, F. F.; Algoritmos Numéricos, 2ª. Edição. Editora LTC. 2007.
3. Forberg, Carl-Erik. Introduction to numerical analysis. Reading: Addison Wesley, 1966.
4. Penny, John. Numerical methods using MATLAB. New York. Ellis Horwood, 1995.
5. Stoer, J. and Bulirsch, R.; Introduction to Numerical Analysis. Springer-Verlag. 2002.

Biomatemática: Modelos populacionais Contínuo para espécies isoladas. Modelo populacional discreto para espécies isoladas. Modelos de interação entre espécies. Formação padrão espacial com sistemas de difusão de Reação.

Bibliografia:

1. Murray, J. D.: Mathematical Biology, Vol 1. Springer, 2002.
2. Murray, J. D.: Mathematical Biology, Vol 2. Springer, 2004.
3. Edelstein-Keshet, L.: Mathematical Models in Biology, SIAM Classics in Applied Mathematics 46, 2005.

Lógica Fuzzy: Conjuntos Fuzzy. Relações Fuzzy. Lógica Fuzzy. Aplicações.

Bibliografia:

1. Barros, L.C. e Bassanezi, R.: Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática. Editora do IMECC-UNICAMP, 2006.
2. Kaufmann, A.: Introduction a la Theorie des Sous-ensembles Flous. Masson et Cie, Grenoble, 1973.
3. Klement, E.P.:. Some mathematical aspects of fuzzy sets: triangular norms, fuzzy logics and generalized measures. Fuzzy Sets and Systems, 90(2): 133-140, september 1997.
4. Klir, G. J., Clair, U. H. S. and Yuan, B.: Fuzzy Set Theory, foundations and applications. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 1997.
5. Nguyen, H. T. and Walker, E. A.:. A First Course in Fuzzy Logic. CRC Press, Boca Raton, 1997.

Programação Linear: Modelos de programação linear. Geometria da programação linear. O método simplex. Dualidade em programação linear. O método dual simplex. Métodos clássicos de pontos interiores. Métodos primal-dual de pontos interiores. Implementações de algoritmos.

Bibliografia:

1. Bazaraa, M. S.; Jarvis, J.J. and Sherali, H. D.: Linear Programming and Network Flows. New York: John Wiley & Sons, 2nd edition, 1990.
2. Fampa, M.C.H. and Maculan, N.: Otimização linear. Brasília: Editora da UnB. 2006.
3. Fang, S.-C and Puthenpura, S.: Linear Optimizations and Extensions: Theory and Algorithms. New Jersey: AT&T, Prentice Hall.
4. Frederick S. Hillier and Gerald J. Lieberman: Introdução à Pesquisa Operacional, 8ª Ed., McGraw-Hill do Brasil, 2010.
5. Gill, P. E.; W. Murray, W. and Wright, M. H.: Practical Optimization. New York: Academic Press, 1981.
6. Luenberger, D. G.: Linear and Nonlinear Programming. New York: Kluwer Academic, 2nd edition, 2003. ISBN 1402075936.
7. Winston, W. L.: Operations Research: Applications and Algorithms, 4 ed., Duxbury Press, 2003.
8. Wright, S. J.: Primal-Dual Interior-Point Methods, Philadelphia: SIAM, 1997, pp. 289. ISBN 0-89871-382-X.

Elementos de Otimização: Introdução à otimização, Condições de otimalidade sem restrições, condições de otimalidade com restrições para problemas com restrição de Igualdade, Condições de Otimalidade de primeira e segunda ordem, Conjuntos convexos e propriedades, Teorema de separação, operador de projeção, pontos extremos, teoremas de alternativas, funções convexas e propriedades, funções convexas diferenciáveis e não diferenciáveis.

Bibliografia:

1. Ademir A. Ribeiro, Elizabeth W. Karas. Otimização Contínua: Aspectos Teóricos e Computacionais. Cengage Learning, 2013.
2. Izmailov, A. and Solodov, M.: Otimização, volume 1. Condições de otimalidade, elementos de análise convexa e dualidade. 2. ed. Rio de Janeiro, IMPA, 2009.
3. Rockafellar, R.T.: Convex Analysis. Princeton Univ. Press, 1970.

Otimização II: Métodos para otimização com restrições (métodos do gradiente projetado, métodos de direções viáveis, métodos de penalização, Lagrangianas aumentadas, programação quadrática sequencial). Métodos para otimização não-diferenciável (métodos de subgradiente, o método de planos cortantes, métodos de feixe)

Bibliografia:

1. Bazaraa, M.S.; Sherali, H. D. and Shwtty, C. M.: Nonlinear programming: Theory and algorithms. 3nd ed. Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, Hoboken, Nj, 2006.
2. Bertsekas, D. P.: Nonlinear programming, Belmont, Mass.: Athena Scientific, 1995.
3. Izmailov, A. and Solodov, M.: Otimização, volume 1. Condições de otimalidade, elementos de análise convexa e dualidade. 2. ed. Rio de Janeiro, IMPA, 2009.

4. Izmailov, A. and Solodov, M.: Otimização, volume 2. Métodos Computacionais. 3.ed. Rio de Janeiro, IMPA, 2018.
5. Luenberger, D. G.: Linear and nonlinear programming. 2nd ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 2003.
6. Peressini, A. L.; Sullivan, F.E and UHL, J.J., JR: The mathematics of nonlinear programming. Undergraduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, New York, 1988
7. Rockafellar, R.T.: Convex Analysis. Princeton Univ. Press, 1970.

Otimização Vetorial: Espaços lineares e conjunto convexos, espaços lineares parcialmente ordenados, análise em cones. Pontos eficientes e minimização vetorial. Aplicações convexas e aplicações diferenciáveis. Problemas de otimização vetorial não diferenciável. Escalarização: condições necessárias e suficientes de otimalidade. Teoremas de existência. Multiplicadores de Lagrange generalizados. Dualidade. Algoritmos de minimização em otimização vetorial.

Bibliografia:

1. Jahn, J.: Vector optimization: Theory, applications and extensions. 2nd ed. Springer, New York, 2011.
2. Luc, D.T.: Theory of vector optimization, Springer, Berlin, 1989.

Tópicos de Otimização: Tópicos avançados de Otimização escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

Tópicos de Matemática Aplicada: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

Seminário de Otimização: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

Seminário de Matemática Aplicada: Tópicos avançados escolhidos pelo professor responsável pela disciplina. O conteúdo é variável e abrange resultados de pesquisas recentes.

Bibliografia:

1. Escolha do professor responsável pela disciplina.

Introdução à Teoria da Regularização: Exemplos clássicos e modelagem. Definição de Método de regularização. Métodos de regularização contínuos. Regularização de Tikhonov (Operadores lineares, Operadores não lineares).

Bibliografia:

1. Engl, H. W.; Hanke, M.; Neubauer, A.: Regularization of inverse problems. Kluwer, Dordrecht, 1996.
2. Groetsch, C.: The theory of Tikhonov regularization for Fredholm equations of the first kind. Pitman, Boston, MA, 1984.
3. Groetsch, C.: Generalized inverses of linear operators: representation and
4. approximation. Marcel Dekker, New York, 1977.
5. Groetsch, C.: Elements of applicable functional analysis. Marcel Dekker, Inc., New York, 1980.
6. Groetsch, C.: Stable approximate evaluation of unbounded operators. Springer-Verlag, Berlin, 2007.
7. Kirsch, A.: An introduction to the mathematical theory of inverse problems. SpringerVerlag, New York, 1996.
8. Kreyszig, E.: Introductory functional analysis with applications. John Wiley & Sons, New York, 1989
9. Schuster, T.; Kaltenbacher, B.; Hofmann, B.; Kazimierski, K.: Regularization methods in Banach spaces. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin, 2012.

Métodos em Otimização Convexa e não Convexa: Algoritmos para otimização convexa: Otimização diferenciável: método de gradiente composto, método de Nesterov e suas variants, Otimização não-diferenciável: métodos de subgradiente e extensões para problemas mix-max, Otimização estocástica: versão estocástica dos métodos de subgradiente e proximal, Métodos acelerados de Nesterov, Métodos de gradiente randomizado de Nesterov para problemas estruturados em blocos. Algoritmos para desigualdades variacionais monótonos, problemas de ponto de sela min-max e problemas de inclusão monótono: Método de ponto proximal, Métodos MFBS de Korpelevich e Tseng, e Forward-Backward, Métodos de decomposição em blocos, ADMM (método de multiplicadores de direção alternada), Métodos de ponto proximal de segunda ordem. Algoritmos para problemas de otimização não convexa: Método de gradiente acelerado (AG), Métodos de ponto proximal inexato, Métodos de Lagrangiano aumentado para problemas com restrições convexas, ADMM (método de multiplicadores de direção alternada).

Bibliografia:

1. Bauschke, H, Z. and Combettes, P. L., Convex Analysis and Monotone Operator Theory in Hilbert Spaces, CMS Books in Mathematics, Springer, 2011.
2. Beck, A. First-Order Methods in Optimization, vol. 25, SIAM, Philadelphia, 2017.
3. Hiriart-Urruty, J. B and Lemaréchal, C. Convex Analysis and Minimization Algorithms II, Advanced Theory and Bundle Methods, Springer, Berlin, 1993.
4. Nesterov, Yurii. Lectures on Convex Optimization, Springer Optimization and Its Applications, volume 137, 2nd edition, 2018.
5. Nesterov, Yurii. Introductory Lectures on Convex Optimization: A basic course, vol. 87. Springer Science & Business Media, NYC, 2013.

ANEXO III

EMENTÁRIO DOS EXAMES DE QUALIFICAÇÃO ESCRITO

MESTRADO

Exame de conhecimento em Análise no R^n e Análise Complexa: Topologia do espaço euclidiano. Caminhos no espaço euclidiano. Funções reais de n variáveis. Aplicações diferenciáveis. Integrais Múltiplas. Integrais de superfície: teorema de Stokes. Números complexos. Funções analíticas: séries de potências, fórmula integral de Cauchy. Séries de Taylor e de Laurent. Singularidades. Teorema de resíduos e aplicações. Aplicações conforme. Teorema da representação conforme de Riemann. Funções harmônicas. Fórmula de Poisson.

Exame de conhecimento em Estruturas algébricas e Geometria Diferencial: Anéis euclidianos, inteiros de Gauss. Anéis fatoriais, critério de Eisenstein, lema de Gauss. Polinômios simétricos, algoritmo de Newton. Resultante, teorema de Bezout. Módulos sobre domínios principais, forma canônica de Jordan. Teorema da base de Hilbert. Teorema dos zeros de Hilbert. Grupos, grupos quocientes. Teorema de Lagrange. Grupos finitos com dois geradores. Grupos de permutações. Teorema de Sylow. Teorema de Jordan-Hölder. Grupos solúveis. Teoria de módulos finitamente gerados. Curvas planas; Desigualdade isoperimétrica. Curvas no espaço: curvatura e torção, Triedro de Frenet, teorema de existência e unicidade de curvas. Superfícies no R3: primeira forma fundamental e área. Aplicação normal de Gauss; direções principais, curvatura de Gauss e curvatura média, linhas de curvatura. Geometria intrínseca, exemplos clássicos de superfícies. Derivada covariante, o teorema Egregium; curvatura geodésica; equações das geodésicas, cálculo de geodésicas em superfícies; a aplicação exponencial, o teorema de Gauss-Bonnet.

DOUTORADO

Exame em Análise: Espaços vetoriais normados. Espaços de Banach. Espaço quociente. Espaços de Lebesgue, Teorema de Fischer-Riesz, Reflexividade e Separabilidade, Convolução e Regularização, Densidade de funções suaves. Operadores lineares e seus adjuntos. Teorema de Hahn-Banach. Teorema da limitação uniforme. Teorema do gráfico fechado. Teorema da aplicação aberta. Topologia fraca. Teorema de Banach-Alaoglu. Espaços reflexivos. Espaços de Hilbert. Conjuntos ortonormais. Teorema da representação de Riesz. Operadores compactos. Teoria espectral de operadores compactos auto-adjuntos.

Exame em Geometria e Topologia: Variedades diferenciáveis e aplicações diferenciáveis. Espaço tangente. Submersão, imersão e mergulho. Subvariedades. Grupos de Lie. Campos Vetoriais. Tensores e métricas Riemannianas. Formas diferenciais. Orientação. Integração em variedades. Cohomologia de De Rham.

Exame em Matemática Aplicada: Condições de otimalidade para problemas sem restrições. Métodos para otimização irrestrita (métodos de descida e busca linear, o método do gradiente, o método de Newton, métodos quase-Newton, métodos de direções conjugadas). Conjuntos convexos. Teoremas de separação. Teoremas de alternativa. Funções convexas. Método subgradiente e método do ponto proximal. Condições de otimalidade no caso das restrições de igualdade e desigualdade (condições de Karush-Kuhn-Tucker, condições de segunda ordem). Elementos da Teoria de Dualidade. Teoria de Operadores Monótonos.