

**REGIMENTO INTERNO ACADÊMICO DO DOUTORADO DO PROGRAMA DE
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO - COPPE / UFRJ**
(Válido para alunos admitidos a partir de 2018)

TÍTULO I

Do Programa de Doutorado

Art. 1º. Este Regimento é complementar à “Regulamentação dos Cursos de Pós-Graduação do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ)”, aprovada pelo Conselho de Ensino para Graduados – CEPG/UFRJ em 10/02/2017 e doravante chamada de Regulamentação COPPE/UFRJ.

Parágrafo único. Conforme Parágrafo 2º do Art. 9º da Regulamentação COPPE/UFRJ, o aluno matriculado será submetido à Regulamentação dos Cursos e às normas complementares da CPGP e do Programa a cujo Corpo Discente pertencer.

Art. 2º. O Programa de Doutorado do Programa de Planejamento Energético (PPE) é constituído por três etapas:

Etapa I - Obtenção do número de horas-aula exigidas com Coeficiente de Rendimento Acumulado (CRA) conforme Art. 24º da Regulamentação COPPE/UFRJ.

Etapa II - Realização do Exame de Qualificação

Etapa III - Elaboração e Defesa da Tese

Art. 3º. Ao final das 3 etapas e aprovada a tese de doutorado, o aluno receberá o grau de Doutor em Planejamento Energético.

TÍTULO II

Do Currículo do Programa - Obtenção do Número de Horas-Aula Requeridas pelo Doutorado

Art. 4º. Conforme o Art. 26º da Regulamentação COPPE/UFRJ, todo aluno inscrito ao Doutorado da COPPE passará a ser considerado Candidato ao Doutorado quando tiver sido aprovado no Exame de Qualificação do PPE.

Art. 5º. Na etapa de obtenção do número mínimo de horas-aula requeridas pelo Doutorado do PPE, todos os alunos deverão cursar, pelo menos, 8 (oito) disciplinas de 45 horas-aula cada, totalizando 360 horas.

§ 1º. O aluno que tiver realizado o Mestrado no PPE terá o reconhecimento de 2 disciplinas de 45 horas-aula do mestrado para efeito da contagem total de disciplinas.

§ 2. O aluno que não fez o mestrado no PPE é obrigado a cursar no mínimo quatro disciplinas (de 45 horas-aula cada) internas ao programa. O aluno que fez o mestrado no PPE é obrigado a cursar no mínimo três disciplinas (de 45 horas-aula cada) internas ao programa.

§ 3º. As disciplinas serão escolhidas pelo aluno, com a ciência e anuência do seu orientador.

§ 4º. Para completar as horas-aula exigidas para a obtenção do Doutorado poderão ser aproveitadas as disciplinas cursadas no mestrado, no limite de 320 horas-aula.

§ 5º. O prazo para o aproveitamento de disciplinas cursadas antes da matrícula no doutorado é de 6 (seis) anos, contados a partir da data de conclusão da disciplina.

§ 6º. Poderão ser consideradas para integralização da carga horária e na avaliação do desempenho deste aluno disciplinas cursadas conforme os Artigos 17º, 18º e 19º da Regulamentação COPPE/UFRJ.

§ 7º. Para o aproveitamento de disciplina cursadas em outras instituições credenciadas ou reconhecidas, o aluno deverá fornecer as seguintes informações à secretaria do PPE: nome da disciplina, nível da disciplina (mestrado ou doutorado), código da disciplina, carga-horária, conceito obtido, ementa, nome e matrícula do docente, matrícula e CPF do aluno.

TÍTULO III

Do Exame de Qualificação

Art. 6º. O Exame de Qualificação do PPE é dividido em duas fases: Prova de Pontos e Seminário de Defesa de Projeto de Tese. Para poder realizar o Exame de Qualificação, o aluno deverá atender aos requisitos mínimos de horas-aula do Programa e obter um CRA mínimo conforme Art. 24º da Regulamentação COPPE/UFRJ.

Art. 7º. Na Prova de pontos, o aluno deverá discorrer, em prova escrita, sobre os pontos sorteados para cada uma das linhas de pesquisa da sua Área de Concentração. As Áreas de Concentração, suas respectivas Linhas de Pesquisa e pontos podem ser consultados no Anexo A deste Regimento.

§ 1º. Serão sorteados 2 (dois) pontos por Linha de Pesquisa da Área de Concentração do aluno. O aluno deverá, então, escolher apenas um dos pontos sorteados em cada Linha de Pesquisa da sua Área de Concentração, para discorrer. Serão realizadas, assim, uma prova escrita para cada Linha de Pesquisa.

§ 2º. Cada uma das provas escritas, deverá ser lida para as suas respectivas Bancas Examinadoras.

§ 3º. As Bancas Examinadoras são específicas para cada Linha de Pesquisa das Áreas de Concentração do Programa e serão constituídas por, pelo menos, dois docentes plenos do PPE. Em caráter excepcional e aprovado pelo colegiado, poderá haver a participação de um membro externo. Todos os membros da banca deverão ter o título de doutor.

§ 4º O processo de leitura da prova escrita e arguição do Candidato pela Banca Examinadora deverá durar no máximo 1 hora, para cada ponto de cada Linha de Pesquisa.

§ 5º As Bancas Examinadoras deverão arguir o aluno apenas sobre o conteúdo da prova escrita. A arguição deverá, neste sentido, servir para esclarecimentos adicionais sobre o que está escrito na prova, por exemplo, esclarecimentos acerca de nexos causais e relacionais de trechos do texto da dissertação apresentada.

Art. 8º. Na Prova de Pontos o aluno será considerado Aprovado ou Reprovado. O resultado será registrado em Ata específica.

§ 1º. A aprovação do candidato deverá ocorrer por maioria dentro de cada Banca Examinadora, no caso de bancas com mais de dois membros. No caso de bancas de dois membros, a Aprovação deverá ocorrer por unanimidade. O Candidato só será considerado apto para a segunda etapa do Exame de Qualificação se for aprovado por todas as Bancas Examinadoras da sua Área de Concentração.

§ 2º. A nota mínima para a aprovação do candidato na prova escrita e arguição é de 7,0 (sete) na Linha de Pesquisa do candidato e 5,0 (cinco) nas demais Linhas de Pesquisa.

§ 3º. O não comparecimento do candidato implicará na sua reprovação.

Art. 9º. Poderá ser dada, a critério do Colegiado do Programa, uma segunda chance ao candidato para realizar uma nova Prova de Pontos, obedecidos os prazos estabelecidos de 21 meses após a matrícula para alunos em tempo integral, e 27 meses após a matrícula para alunos em tempo parcial. Esta nova Prova de Pontos deverá ocorrer na data subsequente a data da Prova de Pontos em que o Candidato foi reprovado.

§ 1º. A Prova de Pontos poderá ser repetida uma única vez;

§ 2º. Esta nova Prova de Pontos será realizada apenas para as Linhas de Pesquisa em que o candidato não foi aprovado em sua primeira tentativa de Qualificação.

Art. 10º. O aluno será dispensado da prova de pontos de uma determinada Linha de Pesquisa quando obtiver conceito maior ou igual a B na disciplina correlata.

§ 1º. O aluno deverá fazer a Prova de Pontos na primeira data disponível após ele ter completado o número mínimo de créditos. O pedido de adiamento da Prova deverá ser submetido pelo aluno ao Colegiado do Programa, através de solicitação formal ao seu orientador e à Coordenação do Programa. Caso esta solicitação seja aceita, o aluno deverá realizar a sua Prova de Pontos na data seguinte definida.

§ 2º. O prazo para a equivalência entre o conceito B obtido na disciplina correlata e a aprovação na Linha de Pesquisa da Prova de Pontos é de no máximo 6 (seis) anos após a conclusão da disciplina;

§ 3º. O prazo para o aproveitamento da Prova de Pontos no caso de reingresso é de 5 (cinco) anos.

Art. 11º. A segunda fase do Exame de Qualificação, composta pelo Seminário de Defesa de Projeto de Tese, deverá ocorrer em, no máximo, 21 meses após a matrícula para alunos em tempo integral, e 27 meses após a matrícula para alunos em tempo parcial.

Art. 12º. O requisito para a realização do Seminário de Defesa de Projeto de Tese é a aprovação da primeira fase do exame de qualificação.

Art. 13º. No Seminário de Defesa de Projeto de Tese o candidato ao Doutorado deverá elaborar uma proposta detalhada da tese que pretende desenvolver, explicitando claramente os seguintes itens:

1. Título e orientador
2. Objetivos da pesquisa
3. Justificativa da proposta
4. Metodologia que será empregada
5. Resultados preliminares (se houver)
6. Cronograma geral de atividades
7. Referências bibliográficas

Art. 14º. O aluno deverá encaminhar à banca, com pelo menos uma semana de antecedência:

1. Proposta detalhada da tese, devidamente atualizada
2. Capítulos iniciais da tese, contendo a revisão bibliográfica (apresentação e análise da literatura sobre o tema) em conformidade com o Art. 13º
3. Proposta preliminar do artigo a ser elaborado para publicação em revista científica internacional indexada

Art. 15º. Caberá ao Coordenador Acadêmico do Doutorado a designação dos componentes da banca examinadora para o Seminário de Defesa de Projeto de Tese, que deverá ser constituída por no mínimo 3 e no máximo 5 membros, sendo pelo menos 3 membros do PPE.

Art. 16º. Após a defesa do aluno, a banca deliberará sobre a aprovação da proposta de tese.

§ 1º. Em caso de aprovação, a decisão será registrada em ata.

§ 2º. Em caso de não aprovação, ou de prorrogação do prazo para elaboração da proposta, caberá ao Colegiado do Programa julgar de sua conveniência e fixar novo prazo, obedecendo, contudo, os prazos estabelecidos no Art. 11 deste Regimento.

§ 3º. O Seminário de Defesa de Projeto de Tese poderá ser repetido uma única vez.

§ 4º. No caso de mudança de orientador, o aluno deverá apresentar um novo Seminário de Defesa de Projeto de Tese, seguindo as mesmas condições dos Artigos 15º, 14º, 13º, acima discriminados. Deverá fazê-lo, mesmo já tendo sido aprovado em Seminário de Defesa de Projeto de Tese anterior com o docente cuja orientação será substituída.

Art. 17º. Será considerado aprovado no Exame de Qualificação o aluno que for aprovado no Seminário de Defesa de Projeto de Tese. No caso de aprovação do aluno e cumpridas todas as exigências estabelecidas no Artigo 24º da Regulamentação COPPE/UFRJ, o Coordenador de

Doutorado providenciará, junto ao CPGP da COPPE, homologação da candidatura ao Doutorado, conforme Parágrafo único do Art. 27º da Regulamentação COPPE/UFRJ.

Parágrafo Único. Após a homologação da candidatura pelo CPGP da COPPE, o aluno passará à condição de Candidato ao Doutorado.

Art. 18º. Todos os Candidatos ao Doutorado em tempo integral deverão cumprir um período de estágio de docência.

§ 1º. O aluno que comprovar a realização do estágio de docência no mestrado, desde que atenda aos requisitos exigidos para o estágio de docência do doutorado, fica dispensado dessa obrigatoriedade no doutorado;

§ 2º A duração mínima do estágio de docência será de 6 (seis) horas em um período letivo;

§ 3º. Caberá ao orientador, em conjunto com o professor responsável pela disciplina e o coordenador do doutorado, avaliar as atividades desenvolvidas visando o melhor aperfeiçoamento do aluno;

§ 4º. As atividades do estágio de docência deverão ser compatíveis com as áreas de pesquisa do PPE.

§ 5º. Atividades consideradas para o estágio de docência:

- Ministrar aulas sob supervisão do professor da disciplina de doutorado, mestrado ou graduação;
- Aplicar métodos ou técnicas pedagógicas tais como estudo dirigido, monitoria, seminários.

§ 6º O aluno em Estágio docência não poderá assumir a totalidade das atividades que integram a disciplina em que atuar.

§ 7º Poderá atuar simultaneamente em uma disciplina mais de um aluno do PPE.

§ 8º Compete ao coordenador acadêmico do doutorado aprovar o relatório apresentado pelo aluno ao final do Estágio.

TÍTULO IV

Da Defesa de Tese e da Concessão do Grau

Art. 19º. Conforme o Art. 30º da Regulamentação COPPE/UFRJ, o aluno somente poderá defender a sua tese se apresentar ao coordenador de doutorado, antes do depósito da tese no Registro da COPPE, um documento comprovando a publicação ou a aceitação definitiva de pelo menos um artigo em revista indexada nas bases ISI/JCR ou Qualis A1 da área em que o curso está cadastrado e vigente na CAPES. Este artigo deverá abordar o tema da tese do aluno e deve ser em coautoria com seu orientador.

Parágrafo único. Alternativamente o depósito de um registro de patente no INPI com declaração emitida pelo órgão poderá substituir o envio de artigo em revista indexada.

Art. 20º. O grau de Doutor somente será concedido ao Candidato que atender, além do requisito exposto no Art. 17º deste Regimento, todos os requisitos do Artigos. 28º, 29º 31º, 32º, 33º da Regulamentação COPPE/UFRJ.

ANEXO AO REGIMENTO ACADÊMICO DO DOUTORADO EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO E AMBIENTAL

ANEXO A

NORMAS DETALHADAS E PONTOS DA PRIMEIRA ETAPA DO EXAME DE QUALIFICAÇÃO – PROVA DE PONTOS

- 1) A Prova de Pontos será realizada em 1 dia.
- 2) A Coordenação Acadêmica do Doutorado organizará duas Provas de Pontos por ano: uma no primeiro semestre do ano, e a outra no segundo semestre do ano. O aluno deverá fazer a Prova de Pontos na primeira data disponível após ele ter completados todos os créditos.
- 3) O pedido de adiamento da Prova deverá ser submetido pelo aluno ao Colegiado do Programa, através de solicitação formal ao seu orientador e à Coordenação do Programa. Caso esta solicitação seja aceita, o aluno deverá realizar a sua Prova de Pontos na data seguinte definida para as Provas de Qualificação.
- 4) As provas serão realizadas para avaliação de conhecimentos do Candidato (Planejamento Energético ou Planejamento Ambiental) apenas nas Linhas de Pesquisa de sua Área de Concentração em que o aluno não tenha obtido no mínimo conceito B na disciplina equivalente.

Para **Planejamento Energético**, as Linhas de Pesquisa e disciplinas equivalentes são:

Linha de Pesquisa	Código	Disciplina
Economia da Energia	COG715	Economia da Energia
Energia e Meio ambiente	COG731	Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Modelos Energéticos	COG706	Métodos Quantitativos para Planejamento Energético e Ambiental
Tecnologia da Energia	COG797	Tecnologia da Energia

Para **Planejamento Ambiental**, as Linhas de Pesquisa e disciplinas equivalentes são:

Linha de Pesquisa	Código	Disciplina
Economia do Meio Ambiente	COG727	Economia do Meio Ambiente
Instrumentos Normativos de Gestão Ambiental	COG732	Gestão Ambiental
Modelos Ambientais	COG706	Métodos Quantitativos para Planejamento Energético e Ambiental
Energia e Meio Ambiente	COG731	Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento

- 5) Para cada Linha de Pesquisa, são estabelecidos 8 (oito) Pontos, conforme “Lista de Pontos” (Anexo B). Serão sorteados 2 (dois) pontos por linha de pesquisa na área de concentração do aluno. O aluno

deverá escolher, então, um dos pontos sorteados em cada linha de pesquisa da sua área de concentração, para discorrer. Serão realizadas, assim, quatro dissertações, uma para cada Linha de Pesquisa do aluno.

6) O aluno deverá realizar a sua Prova, discorrendo, em prova escrita, sobre os Pontos sorteados para a sua Área de Concentração (4 pontos, no total, ou 1 ponto por Linha de Pesquisa da Área de Concentração)

7) A prova escrita terá duração máxima de 4 horas. O tempo total da prova será dividido em 2 etapas: período de consultado material de estudo e período de escrita da prova sem consulta. Durante o período de consulta do material de estudo, o aluno terá 15 minutos por ponto, que deverão ser utilizados de forma contínua. Após terminado o período de consulta, se iniciará o período de escrita sem consulta. O aluno terá 45 minutos para cada ponto.

8) A prova escrita, contendo os 4 Pontos da Área de Concentração do Candidato, deverá ser lida para as Bancas Específicas da seguinte forma: cada ponto será lido para a Banca Específica da Linha de Pesquisa a que se refere o ponto. O processo de leitura do ponto e arguição do Candidato pela Banca deverá durar até 1 hora, para cada ponto de cada linha de pesquisa. A leitura de pontos para as Bancas de Avaliação e a arguição do candidato será realizada no dia da Prova.

9) As bancas deverão arguir o aluno apenas sobre o conteúdo da dissertação, por ele, lida. A arguição deverá, neste sentido, servir para esclarecimentos adicionais sobre o que está escrito na prova, por exemplo, solicitando esclarecimentos adicionais acerca de nexos causais e relacionais de trechos do texto da dissertação apresentada.

10) A Aprovação do Candidato deverá ocorrer por maioria dentro de cada Banca de Avaliação. O Candidato será considerado Aprovado na Prova de Pontos, se aprovado pelas 4 Bancas da sua Área de Concentração.

11) O candidato será considerado reprovado, se não aprovado por, pelo menos, uma das Bancas Específicas da sua Área de Concentração.

12) O candidato poderá assistir, como ouvinte, a qualquer disciplina de Mestrado do Programa, a fim de complementar a sua formação. Recomenda-se, porém, que os candidatos curse, formalmente, as disciplinas das Linhas de Pesquisa de sua Área de Concentração.

ANEXO B

PONTOS PARA AS PROVAS DE QUALIFICAÇÃO PARA OS DOUTORANDOS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO E AMBIENTAL

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Economia da Energia

- 1) Fundamentos Econômicos e Conceitos de Monopólio Natural, Mercados Contestáveis e Indústria de Rede
- 2) Determinantes da Variação do Uso de Energia: Efeitos Atividade, Estrutura e Intensidade;
- 3) Energia e Desenvolvimento Econômico
- 4) Princípios de Tarifação e Operação de Sistemas Elétricos
- 5) Princípios da Seleção de Empreendimentos de Geração Elétrica: Expansão de Oferta vs. Uso Eficiente
- 6) Dinâmica Preço-Inovação Tecnológica na Caracterização de Recursos e Reservas
- 7) Evolução e Estrutura das Cadeias Produtivas dos Combustíveis Fósseis (carvão, petróleo e gás natural)
- 8) Evolução e Estrutura das Cadeias produtivas do Alcool e dos Combustíveis Alternativos (biodiesel e hidrogênio)

Energia e Meio Ambiente

- 9) Noções Básicas de Ecologia Aplicada: A Energia nos Ecossistemas e os Ciclos biogeoquímicos
- 10) Os Conflitos entre Economia e Ecologia
- 11) A Ecologia Política. Ecologia, Liberdade e Sociedade
- 12) O Conceito de Desenvolvimento e sua Evolução: do Crescimento Econômico ao Desenvolvimento Sustentável
- 13) Dimensões e Indicadores de Sustentabilidade
- 14) Energia e Desenvolvimento: O Caso do Brasil
- 15) Eficiência Energética e Meio Ambiente
- 16) Cenários Globais e a Evolução Futura dos Impactos Ambientais do Sistema Energético a Nível Mundial

Métodos Quantitativos

- 17) Modelagem matemática de problemas de decisão. Modelos de Programação Linear (M.P.L.): formulação de M.P.L., resolução Gráfica de M.P.L., forma padrão de M.P.L., soluções básicas viáveis. O Método Simplex: fundamentos teóricos, quadro ou tableau do algoritmo simplex, o método de duas fases. Exemplos de programação linear aplicados à área de planejamento energético.
- 18) Teoria da Dualidade: Regras para determinar o dual de um modelo de programação linear, relação entre as propriedades relativas aos modelos primal e dual, interpretação econômica do modelo dual, o algoritmo dual-simplex.

- 19) Análise de Pós-otimização e Sensibilidade: sensibilidade dos parâmetros do modelo de programação linear, inclusão de uma nova variável e/ou uma nova restrição. Alteração na função objetivo, alteração dos termos independentes das restrições. Aplicações de Pós-otimização em planejamento energético.
- 20) Análise Insumo-Produto: Modelos Leontief, métodos de atualização e previsão de matrizes insumo-produto, relação entre programação linear e matrizes insumo-produto.
- 21) Teoria da Decisão: Árvore de decisão, teoria Bayesiana, o valor da informação. Teoria da Utilidade: função de utilidade, equivalente certo, preço do risco, aversão ao risco, teoria da decisão no planejamento energético.
- 22) Modelo de Regressão Simples: o modelo de regressão e seus pressupostos, método dos mínimos quadrados ordinários, estimação de intervalos de confiança e teste de hipótese, correlação e regressão.
- 23) Modelo de Regressão Múltipla: Pressupostos, método dos mínimos quadrados ordinários aplicados à regressão múltipla, notação matricial, intervalos de confiança e testes de hipóteses para os coeficientes da regressão múltipla, coeficiente de determinação.
- 24) Extensões do Modelo de Regressão: Violação dos pressupostos básicos do modelo de regressão, existência de: multicolinearidade, heterocedasticidade e autocorrelação; variáveis dummies, análise de variância, modelos de regressão não-linear, análise de resíduos para especificação do modelo de regressão.

Tecnologia da Energia

- 25) Uso Eficiente de Energia;
- 26) Produção, Transporte, Transformação e Uso de Carvão e Derivados;
- 27) Produção, Transporte, Transformação e Uso de Petróleo e Derivados;
- 28) Produção, Transporte, Transformação e Uso de Gás Natural e Derivados;
- 29) Geração Hidrelétrica;
- 30) Nucleoeletricidade;
- 31) Fontes Alternativas para Geração de Eletricidade;
- 32) Combustíveis Alternativos;

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Economia do Meio Ambiente

- 1) As Funções/Falhas de Mercado e Meio Ambiente.
- 2) Interações Economia-Meio Ambiente; Visões de Sustentabilidade; Crescimento Econômico e Desenvolvimento Sustentável.
- 3) Nível ótimo de poluição, Teorema de Coase e Taxas Pigouvianas.
- 4) Instrumentos Econômicos de Controle de Poluição: Padrões, Taxas e Subsídios. Ambientais, Certificados Negociáveis de Poluição.
- 5) Teoria dos Recursos Não-Renováveis: Classificação Recursos-Reservas; Nível Ótimo de Extração de Recursos Não-Renováveis; Regra de Hotelling.
- 6) Teoria dos Recursos Renováveis: Nível Ótimo de Extração de Recursos Renováveis; Modelos de Exploração de Recursos Renováveis.
- 7) Conceito de Valor Econômico; Disposição a Pagar e Aceitar; Taxonomia Geral do Valor Econômico Ambiental: Valores de Uso, Valor de Opção, Valor de Existência.
- 8) Técnicas de Valoração Econômica . Ambiental: Métodos de Função de Produção (Método de Produtividade Marginal e Métodos de Mercados de Bens Substitutos), Métodos de Função de Demanda (Métodos de Mercados de Bens Complementares e Métodos de Mercados Hipotéticos).

Energia e Meio Ambiente

- 9) Noções Básicas de Ecologia Aplicada: A Energia nos Ecossistemas e os Ciclos Biogeoquímicos.
- 10) Os Conflitos entre Economia e Ecologia.
- 11) A Ecologia Política. Ecologia, Liberdade e Sociedade.
- 12) O Conceito de Desenvolvimento e sua Evolução: do Crescimento Econômico ao Desenvolvimento Sustentável.
- 13) Dimensões e Indicadores de Sustentabilidade.
- 14) Energia e Desenvolvimento: O Caso do Brasil.
- 15) Eficiência Energética e Meio Ambiente.
- 16) Cenários Globais e a Evolução Futura dos Impactos Ambientais do Sistema Energético a Nível Mundial.

Métodos Quantitativos

- 17) Modelagem matemática de problemas de decisão. Modelos de Programação Linear (M.P.L): formulação de M.P.L., resolução Gráfica de M.P.L., forma padrão de M.P.L., soluções básicas viáveis. O Método Simplex: fundamentos teóricos, quadro ou tableau do algoritmo simplex, o método de duas fases. Exemplos de programação linear aplicados à área de planejamento ambiental.
- 18) Teoria da Dualidade: Regras para determinar o dual de um modelo de programação linear, relação entre as propriedades relativas aos modelos primal e dual, interpretação econômica do modelo dual, o algoritmo dual-simplex.
- 19) Análise de Pós-otimização e Sensibilidade: sensibilidade dos parâmetros do modelo de programação linear, inclusão de uma nova variável e/ou uma nova restrição. Alteração na função

objetivo, alteração dos termos independentes das restrições. Aplicações de Pós-otimização em planejamento ambiental.

20) Análise Insumo-Produto: Modelos Leontief, métodos de atualização e previsão de matrizes insumo-produto, relação entre programação linear e matrizes insumo-produto.

21) Teoria da Decisão: Árvore de decisão, teoria Bayesiana, o valor da informação. Teoria da Utilidade: função de utilidade, equivalente certo, preço do risco, aversão ao risco, teoria da decisão no planejamento ambiental.

22) Modelo de Regressão Simples: o modelo de regressão e seus pressupostos, método dos mínimos quadrados ordinários. O modelo de regressão, estimação de intervalos de confiança e teste de hipótese, correlação e regressão.

23) Modelo de Regressão Múltipla: Pressupostos, método dos mínimos quadrados ordinários aplicados à regressão múltipla, notação matricial intervalos de confiança e testes de hipóteses para os coeficientes da regressão múltipla, coeficiente de determinação.

24) Extensões do Modelo de Regressão: Violação dos pressupostos básicos do modelo de regressão, existência de: multicolinearidade, heterocedasticidade e autocorrelação; variáveis dummies, análise de variância, modelos de regressão não-linear, análise de resíduos para especificação do modelo de regressão.

Instrumentos Normativos de Gestão Ambiental

25) Evolução da Política Ambiental no Brasil e na Esfera Internacional nos Últimos 30 Anos;

26) Conceitos e Instrumentos de Políticas, Planejamento e Gestão Ambiental pela Ótica Pública e pela Ótica Privada Vigentes no Brasil;

27) Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos, Fases, Metodologias, Procedimentos e Legislação Brasileira;

28) Avaliação Ambiental Estratégica: Conceitos, Fases e Metodologias (no Brasil e no exterior);

29) Metodologias de Auditoria Ambiental e Auditoria Ambiental (pela ISO 14000 e pela Legislação Brasileira);

30) Sistema de Gestão Ambiental pela ISO 14000;

31) Avaliação de Desempenho Ambiental pela ISO 14000;

32) Análise de Ciclo de Vida pela ISO 14000.