UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES - UCAM PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PESQUISA OPERACIONAL E INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL CURSO DE MESTRADO EM PESQUISA OPERACIONAL E INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

William de Sousa Barreto

SELEÇÃO DE LIVROS E CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DE DISCIPLINA POR AUXÍLIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES - UCAM PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PESQUISA OPERACIONAL E INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL CURSO DE MESTRADO EM PESQUISA OPERACIONAL E INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL

William de Sousa Barreto

SELEÇÃO DE LIVROS E CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DE DISCIPLINA POR AUXÍLIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional, da Universidade Candido Mendes – Campos/RJ, para obtenção do grau de MESTRE EM PESQUISA OPERACIONAL E INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL.

Orientador: Prof. Milton Erthal Júnior, D.Sc.

WILLIAM DE SOUSA BARRETO

SELEÇÃO DE LIVROS E CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DE DISCIPLINA POR AUXÍLIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional, da Universidade Candido Mendes – Campos/RJ, para obtenção do grau de MESTRE EM PESQUISA OPERACIONAL E INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL.

Aprovado em / / 2015	
BANCA EXAMINADORA	
Prof. Milton Erthal Júnior, D. Sc Orientador Universidade Candido Mendes	
Prof. Eduardo Shimoda, D. Sc. Universidade Candido Mendes	
Prof. Dalessandro Soares Vianna, D. Sc. Universidade Federal Fluminense	
Prof. Helder Gomes Costa, D. Sc. Universidade Federal Fluminense	

DEDICATÓRIA

À minha esposa Lilliane, pelo carinho e cuidado amoroso em todos os momentos possíveis e impossíveis.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Milton Erthal Júnior, pela paciência, compreensão, sabedoria e dedicação durante esta caminhada.

Ao professor Eduardo Shimoda, pela contribuição durante a pesquisa.

Aos professores do mestrado pelo constante incentivo à pesquisa.

À Universidade Candido Mendes - UCAM pelo profissionalismo institucional.

Ao Instituto Federal Fluminense - IFF pelo apoio acadêmico profissional.

Aos colegas de trabalho do IFF, pela colaboração com a pesquisa.

A todos os amigos do mestrado, que na intensa pesquisa e estudo, fizeram da persistência e união, as armas ideais nesta luta.

Aos funcionários da UCAM, principalmente, Cida, Salete e Weila, pela presteza e dedicação.

A todos que de alguma forma participaram deste projeto de estudo.

Paciência e perseverança tem o efeito mágico de fazer as dificuldades desaparecerem e os obstáculos sumirem.

JOHN QUINCY ADAMS

RESUMO

SELEÇÃO DE LIVROS E CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DE DISCIPLINA POR AUXÍLIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

O curso técnico de Eletrotécnica tem a finalidade de preparar profissionais para operação e manutenção de equipamentos elétricos e eletrônicos. A matriz curricular inclui a disciplina "Eletrônica Industrial", que apresenta um extenso conteúdo programático e alguns livros didáticos que tratam sobre este assunto. O objetivo central deste trabalho foi elaborar uma modelagem para a seleção de conteúdos programáticos de disciplinas acadêmicas. Ferramentas de Auxílio Multicritério à Decisão (AMD), incluindo os métodos de Borda, AHP (Analytic Hierarchy Process) e ELECTRE I e III (ELimination Et Choix Tradusàint la REalitè) foram usadas no problema. O estudo de caso da disciplina Eletrônica Industrial foi aplicado para selecionar um livro didático e o conteúdo programático adequado para a formação de profissionais que atendam aos critérios mais relevantes na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro. Três livros reconhecidos na área de Eletrônica Industrial foram analisados para se elencar os conteúdos e formular um questionário que foi aplicado aos docentes que ministram esta disciplina em duas Instituições de Ensino da região. Os docentes quantificaram os conteúdos quanto a quatro critérios: a) importância para o mercado de trabalho; b) importância acadêmica; c) satisfação discente e; d) importância como pré-requisito. O método AHP foi utilizado para que um especialista definisse os pesos dos critérios a fim de proceder aos métodos ELECTRE I e III. A carga horária dos conteúdos foi avaliada pelos docentes. A seleção dos conteúdos foi restringida a 120 horas (carga horária total da disciplina), considerando a média de 100 horas de aulas expositivas e 20 horas de avaliações e outras atividades. A aplicação do método de Borda foi útil para ordenar os temas, mesmo sem considerar os pesos dos critérios. Resultando em 101,4 horas/aulas, os quatro primeiros temas ordenados foram: Transistores de Potência, Tiristores, Inversores e Proteção de Dispositivos e Circuitos. O uso do método ELECTRE I foi apropriado para o problema, restringindo-o a 96,7 horas/aulas para lecionar os seguintes temas: Introdução à Eletrônica de Potência, Transistores de Potência, Tiristores e Inversores. Devido às limitações do método ELECTRE I, que poderia estabelecer um conjunto de conteúdos mais amplo ou mais restrito, a metodologia do ELECTRE III foi testada. A ordenação do método ELECTRE III foi igual à do método de Borda nos quatro primeiros temas que atingem a carga horária limite. O método de Borda apresentou resultados coerentes com a expectativa do decisor e maior simplicidade na modelagem. O livro selecionado pelos três métodos foi Rashid (1999). O trabalho contribui com uma proposta metodológica de avaliação de conteúdo educacional que reduz a subjetividade na composição das ementas das disciplinas através de métodos AMD.

PALAVRAS-CHAVE: Conteúdo Programático, Eletrônica Industrial, Auxílio Multicritério à Decisão.

ABSTRACT

BOOK SELECTION AND BASIC PROGRAM DISCIPLINE IN MULTICRITERIA DECISION AID

The technical course Electrotechnical aims to prepare professionals for operation and maintenance of electrical and electronic equipment. The curriculum includes the discipline "Industrial Electronics", which features an extensive curriculum and some textbooks that deal with this subject. The central objective was to develop a model for the selection of program content of academic disciplines. Tools Multicriteria Decision Aid (MCDA), including the methods of Borda, AHP (Analytic Hierarchy Process) and ELECTRE I and III (Elimination Et Choix Tradusàint it Realite) were used in the problem. The case study of Electronics Industrial discipline was applied to select a suitable textbook and syllabus for the training of professionals that meet the most relevant criteria in the north of the State of Rio de Janeiro. Three books recognized in Industrial Electronics area were analyzed to list the contents and formulate a questionnaire applied to teachers who teach this course in two education institutions in the region. Teachers quantified the content as the four criteria: a) relevance to the labor market; b) academic importance; c) student satisfaction and; d) importance as a prerequisite. The AHP method was used to a specialist define the weights of the criteria in order to carry out the ELECTRE I and III methods. The workload of the contents was assessed by teachers. The selection of content was restricted to 120 hours (total hours of discipline), considering the average of 100 hours of lectures and 20 hours of assessments and other activities. Application of Borda method was useful to sort the issues, even without considering the weights of the criteria. Resulting in 101.4 hours / classes, the first four issues were sorted: Power Transistors, Thyristors, Inverters and Devices and Circuits Protection. Using the ELECTRE I method was suitable for the problem, restricting it to 96.7 hours / classes to teach the following topics: Introduction to Power Electronics, Power Transistors, Thyristors and Inverters. Due to limitations of ELECTRE I method, which would establish a broader set of content or narrower, the methodology of ELECTRE III was tested. The ordering of the ELECTRE III method was the same as the Borda method in the first four issues that affect the workload limit. The Borda method showed results consistent with the expectation of decision-making and greater simplicity in modeling. The book selected by the three methods was Rashid (1999). The work contributes to a methodology of evaluation of educational content which reduces subjectivity in the composition of the menus disciplines through MCDA.

KEYWORDS: Industrial Electronics, Multicriteria, Survey, Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Médias e Erros Padrões dos Temas Quanto aos Critérios.	46
Figura 2:	Interface do Software IPÊ para o Julgamento do Avaliador sobre os Critérios.	61
Figura 3:	Avaliações das Relações de Subordinação com Base no Índice de Credibilidade.	67
Figura 4:	Relações de Superação entre os Temas para c=0,6 e d=0,4.	71
Figura 5:	Relações de Superação entre os Temas para c=0.9 e d=0.1.	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Pontuação dos Temas em Relação aos Critérios pelo Metodo de Borda.	47
Tabela 2:	Pontuação dos Livros em Relação aos Temas pelo Método Borda.	48
Tabela 3:	Resultados do Método AHP para os Pesos dos Critérios.	68
Tabela 4:	Matriz de Concordância dos Temas no Método ELECTRE I.	69
Tabela 5:	Matriz de Discordância dos Temas no Método ELECTRE I.	69
Tabela 6:	Matriz de Superação dos Temas no Método ELECTRE I para c=0,6 e d=0,4	70
Tabela 7:	Relações de Superação de cada Tema e Resultado do kernel para c=0,6 e d=0,4.	71
Tabela 8:	Matriz de Superação no Método ELECTRE I para c=0,9 e d=01.	72
Tabela 9:	Relações de Superação de cada Tema e Resultado do kernel para c=0,9 e d=01.	73
Tabela 10:	Matriz de Concordância Global dos Temas no Método ELECTRE III.	77
Tabela 11:	Matriz de Credibilidade dos Temas no Método ELECTRE III.	77
Tabela 12:	Matriz de Ordenação dos Temas no Método ELECTRE III.	78
Tabela 13:	Classificação dos Temas no Método ELECTRE III.	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Segundo as Três Principais Referências Nesta Área.	41
Quadro 2:	Temas de Eletrônica Industrial Segundo Três livros desta área.	60
Quadro 3:	Fatores e Fórmulas na Sequência em que Devem Ser Encontradas na Aplicação do Método ELECTRE I.	64
Quadro 4:	Temas e Subtemas Selecionados da Disciplina Eletrônica Industrial, Elencados Segundo as Três Principais Referências Nesta Área e com suas Respectivas Cargas Horárias.	74
Quadro 5:	Temas Selecionados da Disciplina Eletrônica Indústrial pelo Método ELECTRE III elencados segundo as Três Principais Referências e com suas Respectivas Cargas Horárias.	79
Quadro 6:	Resultados dos Métodos de Borda e ELECTRE I e ELECTRE III para a Seleção de Temas de Eletrônica Industrial	88

SUMÁRIO

1:	INTRODUÇÃO.	17
1.1:	HIPÓTESE	21
1.2:	OBJETIVO	21
1.2.1:	Objetivo Geral	21
1.2.2:	Objetivos Específicos.	21
1.3:	JUSTIFICATIVA	22
1.4:	DELIMITAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	22
1.5:	METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO.	23
1.6:	ESTRUTURA DO TRABALHO.	24
2:	REVISÃO DE LITERATURA	26
2.1:	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO.	26
2.2:	AUXÍLIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO.	28
2.1.1:	Método de Borda.	29
2.1.2:	Método ELECTRE.	31
3:	APLICAÇÃO DE SURVEY E MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE CONTEÚDO PROGRAMÁTICO E LIVRO DIDÁTICO: ESTUDO DE CASO NA ÁREA DE ELETRÔNICA INDUSTRIAL.	35
3.1:	RESUMO.	35
3.2:	INTRODUÇÃO.	35
3.3:	OBJETIVO.	37
3.4:	METODOLOGIA.	38
3.4.1:	Definição dos temas e dos critérios.	38

3.4.2:	Análise das Médias.	40
3.4.3:	Ranking.	40
3.5:	RESULTADOS.	40
3.5.1:	Elenco de temas e subtemas.	41
3.5.2:	Análise das Médias	44
3.5.3:	Ordenação dos temas quanto à importância nos critérios.	47
3.6:	CONSIDERAÇÕES FINAIS.	48
3.7:	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	49
4:	SELEÇÃO DE CONTEÚDO PROGRAMÁTICO E LIVRO DIDÁTICO NA ÁREA DE ELETRÔNICA INDÚSTRIAL POR MÉTODOS ELECTRE	53
4.1:	RESUMO.	53
4.2:	INTRODUÇÃO.	53
4.3:	OBJETIVO.	55
4.4:	REVISÃO DE LITERATURA.	55
4.4.1:	Auxílio multicritério à decisão.	55
4.4.2:	AHP.	56
4.4.3:	ELECTRE.	56
4.4.4:	ELECTRE I.	56
4.4.5:	ELECTRE III.	58
4.5:	MÉTODOS.	59
4.5.1:	Pesos dos critérios.	61
4.5.2:	ELECTRE I.	62
4.5.3:	ELECTRE III.	65
4.6:	RESULTADOS.	68
4.6.1:	Pesos dos critérios.	68
4.6.2:	ELECTRE I: Concordância e discordância.	68
4.6.3:	ELECTRE I: Análise de sensibilidade.	69
4.6.4:	Matriz Resultante e Livro Indicado pelo Método ELECTRE I.	74
4.6.5:	ELECTRE III: Análise de Sensibilidade.	76
4.6.6:	Matriz Resultante e Livro Indicado pelo Método ELCTRE III.	78
4.7:	DISCUSSÃO.	80
4.8:	CONSIDERAÇÕES FINAIS.	81

4.9:	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
5:	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
6:	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	91
7 :	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	APÊNDICE A : IMPORTÂNCIA ACADÊMIA: RELEVÂNCIA DO TÓPICO NA FORMAÇÃO DO ALUNO.	101

1: INTRODUÇÃO

Segundo o Ministério de Educação do Brasil (BRASIL, 1999), são tarefas atribuídas às instituições de ensino a elaboração de ementas que contemplem as competências profissionais que um técnico de nível médio deve desenvolver em suas atividades. A construção de um currículo flexível, necessário para admitir as características e capacidades da instituição de ensino e do público alvo, deve atender ao desenvolvimento tecnológico e a demanda do mercado local. Estas medidas fortalecem o contínuo aprimoramento do processo de formação de técnicos de nível médio e proporcionam maiores chances de ingresso e reingresso no mercado de trabalho atual e futuro.

O trabalho de Silva (2003) questiona o critério de escolha das disciplinas, conteúdos, habilidades e competências específicas que podem variar consideravelmente de um estabelecimento de ensino para outro. Obviamente, sem uma orientação metodológica na construção do currículo de um curso, é evidente que o fator preponderante na formatação dos conteúdos será a arbitrariedade do responsável.

Segundo Ramos (2002), a permanência no mercado de trabalho não é garantida, apenas, por se possuir um título ou diploma, exigência mínima de uma empresa em uma primeira oportunidade no mercado de trabalho. Após o ingresso no mercado de trabalho as competências adquiridas no decorrer das disciplinas do curso, somadas a constante atualização dessas, em função do desenvolvimento tecnológico, colaborariam com sua permanência, proporcionando empregabilidade.

Este trabalho tem por ambiente de pesquisa o Instituto Federal Fluminense (IFF) campus Campos Centro. Neste instituto é oferecido o curso técnico de Eletrotécnica, o qual foi avaliada a disciplina de Eletrônica Industrial. O currículo

desta disciplina foi utilizado para a aplicação de metodologias que orientem a adequação dos conteúdos de acordo com uma ordem de prioridade de fatores educacionais e dentro do tempo disponível aos professores para lecionar.

O curso técnico em eletrotécnica deve oferecer ao estudante o suporte intelectual necessário para planejar, projetar, executar e avaliar circuitos e instalações elétricas e eletroeletrônicas, além da percepção das etapas desde a geração até o consumo da energia elétrica.

Neste contexto, a eletrônica industrial se mostra uma cadeira indispensável para que o profissional de eletrotécnica seja capaz de compreender o funcionamento de dispositivos e equipamentos de alta potência que comumente são encontrados no ambiente de trabalho.

Seguindo as normas técnicas, o profissional de eletrotécnica pode projetar soluções de baixo custo para o seu empregador ou desenvolver a percepção de defeitos e falhas que demandam a manutenção de máquinas. Este tipo de conhecimento tem se mostrado um diferencial em vista dos sistemas eletrônicos de alta potência saírem de fábrica já embarcados e sendo geralmente substituídos em face de defeitos ao invés de proceder a manutenção, o que seria mais viável financeiramente.

Elaborado em 2009, o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) da área de Eletrotécnica do IFF indica as capacidades que o conteúdo educacional deve proporcionar aos alunos da instituição:

- Atividades relacionadas à elaboração, execução e supervisão de projetos, de serviços de instalação, de operação e de manutenção de sistemas, equipamentos e aparelhos elétricos e eletrônicos, por meio de interpretação de desenhos, esquemas e diagramas no âmbito da sua formação técnica.
- Instalação, operação e manutenção de sistemas elétricos e eletrônicos em residências, prédios e indústrias;
- Liderança, treinamento e supervisão de equipes de trabalho.
- Atividades em empresas e organizações do setor comercial e industrial, podendo atuar também como autônomo;

- Gestão de negócios;
- Atividades relacionadas à operação, instalação, manutenção, reparo, configuração, dimensionamento, projeto e desenvolvimento de sistemas elétricos e eletrônicos industriais;
- Desenvolvimento de projetos,
- Execução de manutenções corretivas, preventivas e preditivas, reparos, consertos, instalações e dimensionamento de dispositivos e circuitos elétricos e eletrônicos, inclusive industriais.

Ao se estabelecer os conteúdos de uma disciplina, estas capacidades devem ser levadas em conta, já que elas representam características desejáveis do produto final deste tipo de empresa. Se, durante o processo de elaboração da ementa, essas capacidades e especificidades do conhecimento forem consideradas, os resultados podem ser mais expressivos e contundentes (FONSECA, 2012).

Uma ementa bem selecionada permite que o docente trabalhe de forma concentrada nas competências que o técnico de eletrotécnica precisa obter para atender às expectativas do mercado regional, às exigências previstas na legislação e aos objetivos pessoais, visto que a autoestima geralmente se eleva proporcionalmente à aceitação e valorização no mercado de trabalho (RAMOS, 2002).

Pacheco (2012) descreve o conhecimento como uma produção do pensamento, dentro de uma síntese de múltiplas relações. Quando a estrutura curricular e a forma de abordar conteúdos disciplinares são rígidas e mecânicas, o conhecimento é simplesmente empurrado e não pensado ou refletido nas suas diversas variáveis de aplicação. O conceito de formação humana integral passa pela formação completa para a leitura do mundo e para a atuação como cidadão pertencente a um país, integrado dignamente a sua sociedade política (FRIGOTTO et al, 2005).

O PPC de Eletrotécnica informa que as Instituições Federais de Ensino apresentam uma proposta de estrutura física que não é comumente encontrada em outras escolas. É uma estrutura que permite ao aluno experimentar diversas

vertentes do conhecimento pela vivência e pesquisa. Porém o que deve ser discutido é a estrutura lógica de saberes ou a forma como estes serão discutidos e apreendidos, não apenas apresentados.

A perspectiva da formação humana integral converge para a mesma direção da formação cultural. E o uso da educação como ferramenta de alinhamento de projeto humanístico é o meio de se alcançar o objetivo dos Institutos Federais de Ensino em fornecer conhecimento e senso crítico para pensar coletivamente e formar alunos dentro das perspectivas de atuação no meio em que ele está inserido (FRIGOTTO et al, 2005).

A viabilidade e a utilidade de um conhecimento obtido são o que o caracteriza como importante e o valida. Desta maneira, através das experiências profissionais, ou seja, da vivência de cenários tecnológicos diferenciados no cotidiano profissional, pode-se julgar a objetividade, a totalidade e a universalidade de um conhecimento. A associação da prática com a teoria resulta em excelência. Quando o conhecimento fundamenta a prática, a execução de tarefas e a tomada de decisões são melhores qualificadas e auxiliam na classificação de um profissional como competente (RAMOS, 2002).

Silva (2003) identifica a necessidade de pesquisas de critérios de estruturação de grades curriculares para que atendam às demandas do mercado de trabalho. Estes devem ser determinados por métodos científicos capazes de auxiliar o responsável pela organização do currículo a compatibilizá-lo com a formação para o trabalho e que permita que o desenvolvimento intelectual do aluno avance lado a lado com as inovações do cenário tecnológico.

No contexto da área educacional, existe a necessidade de ordenar os saberes que devem ser transmitidos ao corpo discente de acordo com as perspectivas estabelecidas na concepção do curso oferecido à comunidade. Este é um problema de análise multicritério em vista dos diversos fatores que influenciam na priorização de conhecimentos na formação acadêmica.

A pesquisa operacional possui no campo de tomada de decisão o apoio necessário para que um decisor possa definir as opções que apresentem o melhor desempenho de acordo com critérios de escolha. O auxílio multicritério à decisão constitui um conjunto de métodos para ajudar na tomada de decisões, organizando as possibilidades e avaliando-as de acordo com os critérios definidos. (FIGUEIRA; GRECO; EHRGOTT, 2005)

1.1: HIPÓTESE

Um desafio para educadores é perceber as mudanças no mercado de trabalho e traduzi-las a realidade sua instituição de ensino. Caso contrário, a empregabilidade dos formandos tende e reduzir. Um elemento importante para minimizar este problema é a constante reavaliação dos conteúdos programáticos das disciplinas técnicas. A avaliação dos conteúdos programáticos torna-se limitante pela variável "tempo", pois as disciplinas tem, normalmente, um tempo pré definido ao longo do ano letivo. Neste caso, precisa-se criar soluções para adequar os conteúdos programáticos essenciais com a compatibilidade de tempo. Com base no problema exposto foi formulada a hipótese central deste trabalho que é avaliar a possibilidade de selecionar itens do conteúdo programático da disciplina "Eletrônica Industrial" através da ferramenta de auxilio multicritério à decisão.

1.2:OBJETIVO

1.2.1: Objetivo Geral

Aplicar técnicas relativas ao Auxílio Multicritério à Decisão para seleção do conteúdo programático utilizando critérios quantitativos e qualitativos em função do tempo disponível para a abordagem e a relevância dos conteúdos na disciplina de eletrônica industrial do curso técnico de eletrotécnica no IFF Campus Campos Centro.

1.2.2: Objetivos Específicos

Em função do objetivo geral, os objetivos específicos são:

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre a composição de conteúdo programático na área de educação;
- Realizar uma revisão bibliográfica sobre o método de Borda e ELECTRE;

- Avaliar por séries estatísticas a percepção docente da composição de conteúdo programático da disciplina de eletrônica industrial;
- Desenvolver uma modelagem da escolha de conteúdo programático tendo como alternativas os temas e subtemas encontrados nos principais livros de eletrônica industrial levando em consideração critérios quantitativos e qualitativos.
- Indicar o livro mais adequado para se utilizar no referido curso.
- Comparar as composições curriculares propostas por métodos de auxílio multicritério à decisão.

1.3: JUSTIFICATIVA

A composição de um conteúdo programático disciplinar requer muitas horas de trabalho e organização, muitas vezes com a formação de comissões de profissionais responsáveis, que podem ser guiados por preferências pessoais. Isso leva a um alto grau de subjetividade nas decisões quanto a se determinado conteúdo deve ou não ser abordado. Reduzir o grau de subjetividade na formação do conteúdo programático é uma motivação deste estudo.

Outro ponto que motiva a pesquisa está relacionado à oportunidade de melhor adequação do conteúdo programático às perspectivas de mercado. Os eixos temáticos podem assim ser sequenciados respeitando a evolução do conhecimento técnico e tecnológico que as empresas geralmente exigem de seus funcionários.

Por último, a integração dos métodos de análise multicriterial aplicados à tomada de decisão na escolha do melhor conteúdo programático num sistema educacional acena para um novo campo de pesquisa. Um exemplo disso é que nenhuma publicação acadêmica que envolvesse auxílio multicritério à decisão e conteúdo programático foi encontrada nas principais bases científicas.

1.4: DELIMITAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O trabalho é delimitado na análise da aplicação de métodos de pesquisa operacional, através de um estudo de caso da disciplina Eletrônica Industrial do curso técnico de Eletrotécnica do Instituto Federal Fluminense campus Campos-Centro. A análise é focada sobre três aspectos:

- A satisfação e importância dos temas e subtemas contidos nos três principais livros presentes na ementa deste tipo de curso;
- A aplicação de métodos de Auxílio Multicritério à Decisão na seleção de conteúdo programático de modo a determinar a ementa ideal dentro do limite de tempo da disciplina.
- A comparação dos métodos e indicação do livro mais adequado;

O corpo do trabalho esclarece procedimentos a serem executados na escolha dos conteúdos mais adequados da disciplina para atender aos critérios educacionais. Os procedimentos aplicados são feitos através de questionários, métodos de auxílio multicritério à decisão e comparações.

1.5: METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

Este trabalho sobre conteúdo educacional foi desenvolvido dentro da Pesquisa Operacional ao nível de mestrado. O estudo dos requisitos impostos pelas leis governamentais e das necessidades de reestruturação na área educacional, a possibilidade de aplicações dos métodos de Auxílio Multicritério à Decisão e a boa disposição dos professores da instituição de ensino estudada foram fatores fundamentais na construção desta pesquisa.

A pesquisa foi iniciada numa revisão bibliográfica da aplicação de métodos de Auxílio Multicritério na seleção de conteúdo educacional. Nenhum resultado foi encontrado, o que mostrou que um estudo da aplicação destes métodos na referida área seria uma inovação.

Em seguida foram procedidas as pesquisas bibliográficas separadamente. Uma para a compreensão das mudanças possíveis e fatores a serem considerados na construção da grade curricular de um curso. E a outra para se perceber a eficácia de métodos comumente utilizados para a percepção de preferências: o método de Borda e os métodos ELECTRE (ELimination Et Choix Tradusàint la REalitè).

A próxima etapa foi pesquisar os três livros de Eletrônica Industrial que eram mais mencionados nas ementas do curso técnico de Eletrotécnica em instituições de ensino bem conceituadas. Dos três livros foram extraídos os temas e os subtemas disponíveis para serem lecionados. Isso permitiu a elaboração de um questionário fechado sobre a satisfação e importância dos temas e subtemas selecionados da literatura da disciplina em estudo. O questionário também serviu para obter a média de horas que se levaria para lecionar um conteúdo.

Os critérios de avaliação de conteúdo educacional foram extraídos de pesquisa bibliográfica. À luz dos critérios, professores avaliaram os temas e subtemas. As avaliações foram utilizadas para a aplicação dos métodos de auxílio multicritério à decisão de Borda, ELECTRE I e ELECTRE III. Para a determinação dos pesos dos critérios nesse método, foi utilizado o software IPÊ, no qual dois coordenadores (gestores) do curso fizeram suas avaliações. Os métodos ELECTRE possibilitaram determinar os temas a serem incluídos no programa da disciplina, respeitando-se o limite de tempo previsto.

O modelo de pesquisa deste trabalho foi feito inicialmente pela pesquisa de literatura, em seguida a avaliação dos conteúdos por questionário e por fim a seleção através de técnicas de pesquisa operacional apropriadas.

1.6: ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi dividido em 5 capítulos com a estrutura nos seguintes tópicos sequenciais: Introdução; Revisão de Literatura; Artigo 1; Artigo 2 e Considerações Finais.

O capítulo da introdução apresenta as expectativas do Ministério da Educação quanto à construção dos currículos escolares de nível técnico. Destaca-se a necessidade de uma orientação metodológica neste projeto, o qual é de responsabilidade dos professores e gestores das Instituições Federais de Ensino. A pesquisa de critérios de escolha e a avaliação dos conteúdos das disciplinas podem resultar numa matriz curricular mais organizada e concentrada nos requisitos de

formação. A tomada de decisão no caso da ordenação de saberes pode ser orientada por métodos de Auxílio Multicritério à Decisão (AMD). Este capítulo contém os objetivos, justificativa, hipótese, delimitação da dissertação, metodologia de desenvolvimento e estrutura de trabalho.

O capítulo 2 apresenta a revisão de literatura, onde são desenvolvidos os temas: Conteúdo Programático; Auxílio Multicritério à Decisão: métodos de Borda e ELECTRE. O conteúdo programático de uma disciplina deve ser revisado periodicamente, levando em consideração aspectos políticos, econômicos e evolução tecnológica. Em casos onde houve uma pesquisa para mudança, as melhoras na qualidade da formação foram consideráveis. O Auxílio Multicritério à Decisão permite a seleção de alternativas sob a avaliação em vários critérios. Os métodos de Borda e ELECTRE têm se mostrado eficientes em ordenação e seleção de itens, respectivamente, em diversos ramos de pesquisa.

O capítulo 3 contém o primeiro artigo deste trabalho. Ele realiza uma comparação entre três livros da disciplina Eletrônica Industrial quanto aos conteúdos que estes apresentam. Também usa os dados resultantes da aplicação de questionários para fazer uma avaliação estatística da importância dos temas. Elabora-se um ranking de conteúdos através do método de Borda com a finalidade de indicar o melhor livro para lecionar a disciplina.

O capítulo 4 apresenta o segundo artigo, que tem por objetivo a construção da matriz curricular através do método ELECTRE I e ELECTRE III. É feita a análise de sensibilidade e algumas considerações para a adequação à restrição de carga horária da disciplina.

E o último capítulo expressa as considerações finais em relação ao cumprimento dos objetivos deste trabalho.

2.: REVISÃO DE LITERATURA

2.1.: CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Segundo Domingues, Toschi e Oliveira (2000), as alterações de ementas nos cursos técnicos devem ser projetadas de acordo com o plano de desenvolvimento do país. Isso é evidente no conjunto de ações que representam a aplicação de uma reforma educativa no Brasil. Isso pode ser exemplificado pelas modificações curriculares influenciadas por indicadores como IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), ENADE (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes) e IGC (Índice Geral de Cursos).

Ainda Domingues, Toschi e Oliveira (2000) caracteriza os currículos como programas de governo, tendo sua existência pré-fixada, e tem término determinado por mandatos. No entanto os currículos não possuem tempo hábil para serem implantados e conseguirem uma consolidação, acarretando descontinuidade para a comunidade acadêmica e administrativa.

Novamente comparando com os programas de governos, Domingues, Toschi e Oliveira (2000) afirma que os professores acabam não considerando, não acreditando nos mesmos e não os utilizando na aplicação do processo de ensino/aprendizagem, gerando então um problema gravíssimo, pois não mantêm um envolvimento contínuo e efetivo.

Essa questão revela a falta de um compromisso social do governo com a mudança curricular. Através dessa percepção, Domingues, Toschi e Oliveira (2000) discute uma visão que considera a ementa, a formação dos professores e a gestão.

Mudanças econômicas e tecnológicas constituem desafios que o educador deve superar para garantir a formação ideal dos alunos, tornando-os capazes de corresponder de forma eficiente, produtiva e rentável às expectativas do mercado globalizado. Neste contexto, a qualidade do profissional torna-se um fator fundamental não só para a consolidação das empresas, mas para a sua própria sobrevivência. (SIMÓN; RUIZ-TAGLE, 2009).

Abreu Neto et al (2006) apresenta as alterações, em um estudo de caso, quanto a um novo currículo de graduação em Medicina implantado, destacando as mais relevantes. As novas propostas curriculares para os cursos de graduação em Medicina em 2003 não somente retificaram a distribuição de disciplinas na grade curricular, mas aumentou o enfoque dado à elas. Foi inserida uma mudança significativa na inserção do aluno na rede básica de saúde nos períodos iniciais, antes somente inserido no período de internato. Quanto ao tempo de estágio supervisionado nos internatos, foram aumentados para 24 meses. Outro fator foi o acréscimo e/ou redução de cargas horárias de algumas disciplinas e criação de outras conforme as necessidades reais, entre as novas disciplinas implantadas no novo currículo. Outra mudança foi o reposicionamento das disciplinas nos devidos períodos, oportunizando ao discente uma sequência mais bem compreendida entre as disciplinas subsequentes.

Ferraciolli e Sampaio (2001) relata a implementação da ementa da disciplina de Informática Educativa para Cursos de Licenciatura em Física, Química e Biologia da Universidade Federal do Espírito Santo. As mudanças nos processos produtivos e na organização industrial, geradas pelo avanço tecnológico, fizeram parte da base de construção da proposta de ementa, fornecendo conteúdos específicos os quais a integraram.

Conteúdos programáticos e suas estruturas metodológicas não revisadas periodicamente, por vezes, não atendem às necessidades da realidade em que se encontra uma determinada instituição, acabam sendo inadequadas e ineficientes tendo a urgente necessidade de serem revistas. Na maioria dos casos identificados de uma educação ruim não é correto justificar com somente uma revisão dos currículos e estruturas, mas também analisar o conhecimento como um todo, destacando as condições de como são aplicadas na prática e as condições contextuais que podem ser oferecidas no processo de implementação, saindo da teoria, isso quando possui uma implementação (CALAIS; PACHECO, 2001).

Calais e Pacheco (2001) divide o conjunto de disciplinas de uma ementa de um curso de Psicologia em quatro categorias: Disciplinas de Domínio Conexo (fornecem informação e suporte à formação), Disciplinas Básicas (fornecem preparo científico e apoio), Disciplinas Específicas (responsáveis pela formação profissional) e Disciplinas Pedagógicas (ligadas à licenciatura). A partir daí é sugerido um equilíbrio do enfoque destes grupos. Isto é relevante no que se refere ao nível de importância que um educador tem de atribuir a cada tipo de disciplina dependendo do objetivo de um curso.

Fernandes (2011) focaliza o papel dos professores em gerar inovações curriculares por atuarem em consonância com as alterações demandadas pelo exterior da escola (econômica, política, social e cultural). Ou seja, de nada adianta avaliar e determinar alterações que trarão resultados melhores para formação dos alunos se os agentes decisores – os professores – não forem receptivos e rejeitarem executar a nova ementa.

Barros et al (2011) analisa a visão dos professores quanto às necessidades de mudança no currículo do Curso Técnico em Agropecuária da Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal e visa compreender os motivos das alterações realizadas na ementa. A percepção docente indicou fatores influentes nas alterações:

- → Interesse do aluno;
- → Demanda por novas tecnologias;
- → Troca de informações no cotidiano da sala de aula.

2.2: AUXÍLIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

O método Auxílio Multicritério à Decisão (AMD) procura sugerir ou recomendar ações com base na avaliação de julgamentos subjetivos sobre vários critérios. A aplicação deste método em problemas organizacionais tem aumentado (COSTA, 2006).

A evolução desta técnica se deu com base em dois segmentos de análise. A Escola Americana, em que se destaca o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). E a Escola Francesa que se destaca pelo método da família Electre (*Election et*

Choix Traduisant la Reallité). Métodos de Auxílio Multicritério à Decisão comuns na literatura são (COSTA, 2006):

- Método de Borda;
- Método Condorcet;
- Método Analytic Hierarchy Process (AHP);
- Método da família Electre:
- Método Promethè;
- Método Macbeth;
- Método TODIM.

2.1.1: Método de Borda

Srdjevic e Srdjevic (2013) apresentou uma análise multicritério da questão jurídica, financeira e organizacional para o estabelecimento de associações de usuários de água em Vojvodina, Sérvia. O método AHP foi utilizado em combinação com o método de Borda. Os critérios foram definidos pelos grupos de interesse, hierarquizados e votados para resolver preferências conflitantes. Os resultados puderam identificar questões que o governo pode resolver para possibilitar a implantação de metodologias de tomada de decisão como a deste estudo.

Kangas, Kangas e Vainikainen (2008) utiliza a análise multicritério para o gerenciamento de recursos naturais no leste da Lapônia, Finlândia. Os métodos de votação, entre eles o método de Borda, foram escolhidos por apresentarem a característica de transparência e justeza. Estes foram capazes de revelar a preferência social, resultando num planejamento florestal participativo. Apesar de usar três métodos distintos, os resultados mostraram que as ordens de preferência foram muito próximas e os critérios puderam ser divididos em três grupos de relevância na implantação da gestão.

Fanghua e Guanchun (2010) mostra que a análise do risco ecológico é algo complexa devido às muitas incertezas e atitudes conflitantes. Uma análise multicriterial foi utilizada para uma série de alternativas de gestão de risco ecológico no Reservatório de Três Gargantas na China. Foi aplicado um método fuzzy por vários decisores a fim de cada um determinar uma alternativa ótima. O método de

Borda foi aplicado em seguida para classificar as alternativas, sendo a mais pontuada a última opção preferível. Para o estudo de caso apresentado, o modelo foi aplicável e confiável, mostrando que pode ser bem aplicável à outras situações em que seja adequado aplicar gerenciamento e planejamento ambiental.

Colson (2000) apresenta o software ARGOS para avaliação das qualidades dos candidatos e eleição do melhor aluno da Operations Research Society da Bélgica. O software permite a execução de uma ou várias versões do método ELECTRE e PROMETHEE na etapa de classificação e eleição. Os resultados podem ser comparados pelos métodos de escolha social, por exemplo, Borda e Condorcet. Foi colocado à prova um estudo de caso que resultou na vitória de um candidato que teve menos divergências entre os membros do júri do que em um com maior média conforme esperado pelos decisores.

Zarghami (2011) estende o método de Borda com o operador de média ponderada ordenada para considerar, além da escolha social, a visão otimista/pessimista do diretor. Desta maneira, o objetivo é tornar o procedimento de escolha mais inteligente. Os resultados foram submetidos à análise de sensibilidade e foi encontrada uma medida de cada alternativa que adicionou robustez à decisão, modelando o grau de otimismo do diretor.

Bezerra Neto, Gomes e Oliveira (2007) usou critérios agronômicos, econômicos e de eficiência produtiva na seleção de consórcios de cenoura e alface. Foram utilizados os métodos multicritério de Borda, Condorcet e Copeland na seleção das melhores alternativas. Além disso. Foi empregada uma análise experimental para avaliar a interação entre os sistemas consorciados. Nos resultados finais os indicadores agroeconômicos demonstraram ser menos eficientes que a ordenação multicritério do desempenho dos sistemas produtivos.

Gorsevski et al (2013) pesquisou os pontos fortes da ferramenta de multicritério para determinar a adequação de locais de parques eólicos no noroeste de Ohio, USA. Critérios ambientais e econômicos foram avaliados pelo método de combinação linear de pesos e associados a mapas pela teoria de conjuntos fuzzy. Estes mapas foram selecionados pelos decisores com a aplicação do método de Borda. Por fim, os pesos foram submetidos à análise de sensibilidade a fim de avaliar sua influência no resultado. Este procedimento se mostrou adequado em vista da confiabilidade dos mapas de decisão ser evidenciada pela alta capacidade

de adequação de áreas, as quais podem ser examinadas espacialmente pela análise de sensibilidade.

Kangas, Laukkanen e Kangas (2006) revisa as técnicas de análise multicritério baseadas em eleição e suas versões modificadas e suas aplicações na gestão de recursos naturais. É discutida a aplicabilidade das teorias de escolha social. Os resultados mostraram que a capacidade de lidar com preferências dos tomadores de decisão e a avaliação dos dados ordinais das alternativas são as vantagens destes métodos, o que proporciona transparência e velocidade ao processo de tomada de decisão.

2.1.2: Métodos da família ELECTRE

Foram pesquisados no mês de setembro de 2014, artigos nas bases Scopus e Engineering Village com a sigla ELECTRE e MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*) a fim de se verificar as aplicações comuns destes métodos.

Os resultados da busca na base Scopus apresentou uma resposta de 58 artigos em periódicos, enquanto os resultados da busca na base Engineering Village foram de 103. Destes, foram selecionados e analisados os nove primeiros artigos que constaram nas duas pesquisas.

Bella, Duckstein e Szidarovszky (1996) aplica dois métodos de decisão multicriterial para resolver o problema de alocação de água na bacia do Alto Rio Grande: Programação de compromisso e ELECTRE III. Os critérios utilizados, definidos numericamente, para as alternativas envolviam: fatores econômicos, ambientais, políticas de gestão de águas subterrâneas e recursos biológicos. Foram analizadas 30 alternativas, baseadas em 18 critérios e com vários tomadores de decisão. Os dois métodos são conceitualmente diferentes, no entanto, ambos chegaram ao mesmo resultado.

Raju e Pillai (1999) utilizaram cinco métodos multicritério para selecionar a melhor configuração de reservatório para a bacia hidrográfica de Chaliyar (Kerala, Índia). Os métodos foram ELECTRE II, PROMETHEE II, AHP, PB e EXPROM II. Foram propostas 27 configurações alternativas. Na análise inicial, oito foram selecionados por ELECTRE I e submetidos à análise pelos cinco métodos. Todos os métodos indicaram a mesma alternativa como melhor escolha. Em vista disso, o

próximo passo foi determinar por avaliação comparativa qual foi o método mais adequado para o caso.

Athawale (2011) avalia a seleção de equipamentos de manuseio de materiais (MHE) de sistemas de manufatura. A presença de muitas alternativas viáveis e objetivos conflitantes neste campo constitui um desafio para o tomador de decisão. O problema foi resolvido pela técnica de auxílio multicritério ELECTRE II. O método de decisão foi eficaz na seleção de MHE em dois exemplos apresentados, o que foi suficiente para validar o seu desempenho. As alternativas mais bem classificadas coincidiram com as escolhidas pelos especialistas.

Bouyssou e Marchant (2006) apresenta uma análise de axiomas sobre modelos de classificação não compensatória, com ou sem efeitos de veto. Este trabalho teve o objetivo de investigar as bases de métodos multi-atributos que classificam alternativas em categorias ordenadas. Para isso, utilizou-se uma estrutura de mensuração que engloba os modelos mais utilizados de triagem em análise multicritério proposta na literatura. Estes modelos de classificação não compensatória contém a versão pessimista do ELECTRE TRI como um caso particular. A análise foi uma tentativa de dar uma base sólida de axiomas para o ELECTRE TRI, enquanto destaca a característica de apresentar informações pobres em cada atributo do modelo.

Chatterjee, Athawale e Chakraborty (2009) utiliza dois métodos multicritério e compara seus desempenhos em uma determinada aplicação de seleção de materiais para o desenvolvimento de produtos em diversas aplicações de engenharia. A primeira abordagem é feita pelo VIKOR (VIse Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje), um método de ranking de compromisso, e a outra é feita por ELECTRE. No caso do ELECTRE, foi aplicado, primeiramente, o ELECTRE I para encontrar a relação outranking entre as duas melhores alternativas e posteriormente o ELECTRE II para determinar o ranking de todas as alternativas. Dois exemplos são citados a fim de demonstrar e validar a eficácia e flexibilidade destas duas abordagens. Em cada exemplo uma lista de todas as possíveis opções do melhor para o pior material é obtida, levando em consideração diferentes critérios de seleção do material. As classificações dos materiais selecionados "quase" corroboram as obtidas pelos especialistas.

Chatterjee, Athawale e Chakraborty (2010) apresenta o problema de seleção de um robô para uma aplicação industrial específica. Atualmente, diferentes tipos de

robôs industriais com capacidades diversas, recursos, instalações e especificações estão disponíveis no mercado. O ambiente de produção, design de produto, sistema de produção e os custos envolvidos são alguns dos fatores mais influentes que afetam diretamente a decisão na eleição dos robôs. O tomador de decisão precisa identificar e selecionar o robô mais adequado para atingir o resultado desejado com o mínimo custo e capacidade de aplicação específica. O trabalho aplica dois métodos de análise multicritério: VIKOR e ELECTRE II em dois exemplos. Para ambos os métodos o ranking das alternativas de robôs no mercado apresentou muito boa correspondência com o obtido pelos especialistas.

Chen, Xu e Xia (2013) propõe o método Hesitant Fuzzy ELECTRE I (HF ELECTRE I) para expressar a informação de incerteza no conjunto de possibilidades no processo de tomada de decisão multi-critérios em ambientes difusos hesitantes. Os conceitos de concordância e discordância difusa hesitante foram formulados com base na função de pontuação dada e função desvio, e empregados para determinar a alternativa preferível. A aplicação é comprovada por exemplos numéricos e a influência do número de alternativas "outraking" é analisada com base num intervalo de parâmetros sensível em que a mudança nos parâmetros não tem efeitos sobre o conjunto das alternativas "nonoutranked". Além disso, é realizada uma comparação entre o método HF ELECTRE I com o ELECTRE III e ELECTRE IV.

Certa, Enea e Lupo (2013) propõe a resolução do problema da seleção dos elementos de um sistema multicomponente a serem reparados durante cada parada programada para manutenção preventiva. A resolução é apresentada através da combinação entre o Problema de Otimização Multiobjetivo (MOOP) e multicritério à decisão (MCDM) é proposta técnicas de resolução. O MOOP destaca a fronteira ótima de Pareto enquanto o ELECTRE III executa a seleção da configuração de substituições que representa o melhor compromisso entre os objetivos considerados. Vários cenários foram propostos e submetidos à análise numérica pelos métodos de acordo com as possíveis situações encontradas no sistema na visão do tomador de decisão. Nestes, foram levadas em consideração a indisponibilidade do sistema e o custo de manutenção.

Costa et al (2007) aplica o método ELECTRE TRI para realizar a classificação ordenada da satisfação dos consumidores quanto ao desempenho de serviços. Por meio dele é feito o tratamento do limite de preferência p e do limite de indiferença q para adicionar robustez ao uso de um método de AMD monodecisor na resolução de

um problema multidecisor. Esta é uma visão diferente da habitual pela independência do emprego do resultado em relação ao valor numérico da escala de julgamento de desempenho. Um estudo de caso da satisfação dos consumidores de uma bombonnière instalada em um shopping center confirmou a aplicação desta abordagem.

3: APLICAÇÃO DE *SURVEY* E MULTICRITÉRIO PARA A SELEÇÃO DE CONTEÚDO PROGRAMÁTICO E LIVRO DIDÁTICO: ESTUDO DE CASO NA ÁREA DE ELETRÔNICA INDUSTRIAL

3.1: RESUMO:

Este trabalho tem por objetivos fazer uma análise da avaliação dos temas da disciplina Eletrônica Industrial e indicar a literatura adequada para lecionar a referida disciplina. Para isso foram aplicados questionários aos professores para medir o nível de importância que eles atribuem aos temas e subtemas extraídos de três livros da área. A avaliação se deu sobre os critérios de importância acadêmica, importância para o mercado de trabalho, satisfação discente quanto ao tema, carga horária e pré-requisito. A análise gráfica das médias e erros padrões das avaliações permitiu a compreensão da visão docente quanto à relevância dos temas dentro dos critérios. O método de Borda foi aplicado para ranquear os temas quanto à importância média nos critérios de avaliação e para ranquear os livros quanto à presença dos temas nos seus conteúdos. A ementa sugerida dura 101,4 horas/aulas e contém os temas Transistores de Potência, Tiristores, Inversores e Proteção de Dispositivos e Circuitos. O livro selecionado foi o de Rashid (1999).

PALAVRAS-CHAVE: Questionário; Ensino; Ranking; Conteúdo Programático.

3.2: INTRODUÇÃO

A educação profissional no Brasil tem por dever oferecer aos indivíduos o acesso ao aperfeiçoamento de habilidades para a vida produtiva e social. Para

cumprirem esta obrigação, as instituições de ensino federais precisam organizar e planejar as competências profissionais a serem desenvolvidas nos cursos de nível técnico (BRASIL, 1999).

De acordo com o Ministério da Educação do Brasil (BRASIL, 1999), os princípios que direcionam as instituições de ensino são:

- I independência e articulação com o ensino médio;
- II respeito aos valores estéticos, políticos e éticos;
- III desenvolvimento de competências para a laborabilidade;
- IV flexibilidade, interdisciplinaridade e contextualização;
- V identidade dos perfis profissionais de conclusão de curso;
- VI atualização permanente dos cursos e currículos;
- VII autonomia da escola em seu projeto pedagógico.

E os critérios que devem direcionar o planejamento dos cursos oferecidos são:

- 1 atendimento às demandas dos cidadãos, do mercado e da sociedade;
- 2 conciliação das demandas identificadas com a vocação e a capacidade institucional da escola ou da rede de ensino.

Os saberes e a maneira de pensar desenvolvidos numa instituição revelam a cultura escolar desta. Esta é fundamentada por critérios e valores comuns aos grupos da sociedade mais influentes na região e pelo domínio de saberes. Estes critérios e valores estabelecem qual será a identidade profissional do indivíduo (CATAPAN, 1994).

Pressupõe-se que para haver uma seleção do conteúdo a ser ministrado em sala de aula de curso técnico de nível médio, o profissional da educação tenha a percepção da relevância de cada um em diversos aspectos, atendendo às necessidades sociais, regionais e globais. O professor deve levar em conta as perspectivas econômicas e tecnológicas a fim de optar pelo que seja marcante como diferencial na vida docente pós-curso (SALIÉS, 2010).

Segundo Saliés (2010) é importante que os professores revejam seus conceitos quanto a conteúdos que são lecionados porque se encontram e literaturas

antigas renomadas. Com o decorrer do tempo, é possível que esse tipo de justificativa seja ultrapassada pelas novas tecnologias e a insistência pode resultar no insucesso dos alunos.

Por isso, faz-se necessária a contínua atualização da pesquisa de fontes de conteúdos na literatura da área do curso. E a seleção dos conteúdos deve relevar a estrutura lógica da matéria, os objetivos dos alunos quanto a uma determinada disciplina e as necessidades do mercado de trabalho (BORGES, 2009).

Dessa forma, é perceptível a necessidade de selecionar bem o conteúdo de uma disciplina para que isso influa positivamente na formação docente. Com a formação envolve variados fatores, sendo uns mais e outros menos relevantes, esse se caracteriza como um problema de análise multicritério.

Segundo Rodriguez, Costa e Carmo (2013) a tomada de decisão por auxílio multicritério trabalha com problemas que incluem subjetividade e incertezas. Este ramo da pesquisa operacional tem sido bem utilizado porque a inserção dessas características aproxima o modelo da realidade e aumenta sua eficácia. O auxílio multicritério à decisão constitui um conjunto de métodos para ajudar na tomada de decisões, organizando as possibilidades e avaliando-as de acordo com os critérios definidos.

A comunidade científica de pesquisa operacional tem regularmente investigado a aplicação de métodos multicritério e confirmado seu êxito na resolução de problemas de escolha ou ordenação com critérios variados (BELLA; DUCKSTEIN; SZIDAROVSZKY, 1996); (RAJU E PILLAI, 1999; ALMEIDA, 2007); (KANGAS; KANGAS; VAINIKAINEN, 2008); (CHEN; XU; XIA, 2013); (GOMES E COSTA, 2013).

Os métodos de superação ou *outranking* podem ser aplicados neste trabalho em vista do seu objetivo ser a seleção de conteúdos para compor uma ementa de uma disciplina. Após a avaliação de especialistas, pode-se utilizar um método de superação para avaliar tendências para conteúdos mais importantes segundo os critérios da área de pesquisa (RODRIGUEZ; COSTA; CARMO, 2013).

3.3: OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi elencar e selecionar tópicos para compor o conteúdo programático e indicar o livro que contém mais temas da disciplina

"Eletrônica Industrial" de um curso técnico de Eletrotécnica ofertado na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro. As técnicas de coleta de dados a partir de questionários e estatística descritiva foram usadas para avaliar a importância dos temas a serem abordados nesta disciplina. A análise multicritério pelo método de Borda foi utilizada para ranquear os temas com base nas médias obtidas nos critérios e os livros pela quantidade de conteúdos que eles possuem.

3.4: METODOLOGIA

3.4.1: Definição dos temas e dos critérios

Três livros da área de Eletrônica Industrial foram selecionados por um docente da referida disciplina com o objetivo de submeter seus temas à avaliação dos critérios estipulados. Dois livros, Rashid (1999) e Ahmed (2000), foram escolhidos pelo critério de maior presença na bibliografia dos planos pedagógicos de cursos técnicos do SENAI e do IFF (instituições referenciais em cursos técnicos no Brasil) que contém a disciplina de Eletrônica Industrial. O terceiro, Hart (2012), foi escolhido por apresentar uma versão atualizada do conteúdo, o que insere na análise um fator comparador entre o avanço do conhecimento acadêmico e o fundamentalismo das ementas de cursos técnicos bem conceituados.

O Quadro 2 (ver Resultados) foi adaptado para um questionário e aplicado à seis professores do Instituto Federal Fluminense, no *Campus* Campos Centro e *Campus* Guarús, que lecionam ou já lecionaram a disciplina de Eletrônica Industrial, para que estes avaliassem os conteúdos de acordo com as escalas pré-definidas para os cinco critérios a seguir:

<u>a) Importância Acadêmica</u>: Relevância do tópico na formação do aluno (1- Não importante; 2- importante, mas não essencial; 3- essencial; N- não sei/prefiro não opinar).

<u>b) Importância para o Mercado de trabalho</u>: Grau de importância do tópico para o futuro exercício profissional (1- Não importante; 2- importante, mas não essencial; 3- essencial; N- não sei/prefiro não opinar).

- <u>c) Satisfação</u>: Grau de satisfação dos alunos percebido pelos docentes quanto ao item de acordo com a escala de Likert (1932), sendo apresentadas as alternativas: 1- muito baixa; 2- baixa; 3- média; 4- alta; 5- muito alta; N- não sei/prefiro não opinar.
- <u>d) Carga horária</u>: Carga horária a ser destinada ao conteúdo (mínimo, médio, máximo, em horas-aula).
- <u>e) Pré-requisito</u>: Nível de importância do conteúdo como pré-requisito para outros conteúdos dentro da disciplina (1- muito baixa; 2- baixa; 3- média; 4- alta; 5- muito alta; N- não sei/prefiro não opinar).

Fonseca e Vianna (2011) levam em consideração na estruturação de matrizes curriculares por árvore de decisão os critérios: tempo previsto para a apresentação e sedimentação do conteúdo, em minutos, e a relevância. É comum aos docentes avaliarem o conceito de relevância pela importância acadêmica e para o mercado de trabalho. Em vista disso foram estabelecidos dois critérios com esta nomenclatura para atender a estes dois enfoques.

Borges (2009) comenta que o processo de aprendizagem também não deve se manter focalizado apenas no mercado de trabalho. Este deve incluir a colaboração de professores e gestores na elaboração de currículos que levem em conta projetos que articulem a teoria e a prática, permitindo uma melhor avaliação da relação ensino-aprendizagem. Esta visão permitiu a definição do critério de satisfação dos alunos quantos aos saberes adquiridos.

Com base em Borges (2009), Fonseca (2012) e Brasil (1999) foram determinados como critérios de avaliação: a carga horária, os pré-requisitos, a satisfação discente com o conteúdo e a relevância do conteúdo. A relevância, porém, pode ser percebida como a vertente do mercado de trabalho, citada por Borges (2009), ou como a qualificação acadêmica de acordo com Fonseca (2012).

A maneira de se determinar quais os conteúdos mais bem qualificados para compor a ementa da disciplina em questão, que será abordada neste trabalho, é a metodologia multicritério.

3.4.2: Análise das Médias

Uma maneira de se avaliar os conteúdos para compor a ementa da disciplina em questão é realizar uma análise das médias das respostas.

O questionário foi respondido por seis professores do IFF *Campus* Campos Centro e *Campus* Guarús no período entre janeiro e fevereiro de 2015. Suas respostas foram tabuladas e aplicaram-se os conceitos de estatística descritiva por meio dos cálculos de média, desvio padrão e erro padrão.

Os professores atribuíram valores de importância aos subtemas dos temas. Primeiro calcularam-se a média, desvio padrão e erro padrão de cada subtema. Em seguida, calcularam-se a média das médias dos subtemas, a média dos desvios dos subtemas e, por fim, a média dos erros padrões.

A média das médias dos subtemas de um tema representa o valor atribuído pelos professores ao referido tema. O valor atribuído a cada tema é analisado por meio de gráficos. Os gráficos foram escolhidos para esta análise em vista da facilidade de se ter um entendimento global das informações pela simples percepção visual de tendências. Para atingir esse objetivo, os gráficos primam pela simplicidade, clareza e veracidade (CRESPO, 2002).

3.4.3: Ranking

Para a ordenação dos temas e indicação da melhor literatura foi utilizado o método de Borda. No método de Borda o decisor ordena as alternativas de acordo com as suas preferências. A alternativa preferida recebe um ponto, a segunda dois pontos, a terceira três pontos e assim por diante. Os pontos recebidos por cada alternativa são somados e a que apresentar o menor somatório é a vencedora (BEZERRA NETO; GOMES; OLIVEIRA, 2007).

Neste trabalho foi feita uma inversão do método, atribuindo maior número de pontos à alternativa mais preferida. Segundo Gomes Júnior e Mello (2007) essa modificação não apresenta grande importância.

3.5: RESULTADOS

3.5.1: Elenco de temas e subtemas

O Quadro 1 apresenta em ordem cronológica os temas de Rashid (1999), Ahmed (2000) e Hart (2012). Com base na análise destas três referências foram elencados os conteúdos da disciplina Eletrônica Industrial.

Tópico / Subtópico	Rashid	Ahmed	Hart
	(1999)	(2000)	(2012)
Introdução à Eletrônica de Potência	X	Х	X
1.1 Aplicações da Eletrônica de Potência	X	X	Х
1.2 História da Eletrônica de Potência	Х	X	
1.3 Classificação dos Conversores	Х	X	X
1.4 Conceitos de Eletrônica de Potência	X	X	Χ
1.5 Chaves Eletrônicas (Diodo, Tiristores e Transistor)	X	X	X
2. Cálculos de Potência			X
2.1 Potência e Energia			X
2.2 Indutores e Capacitores			X
2.3 Recuperação de Energia			Х
2.4 Valores Eficazes: Rms			Х
2.5 Potência Aparente e Fator de Potência			X
2.6 Cálculos da Potência p/ Circuitos CA Senoidais			Х
2.7 Cálculos de Potência p/ Onda Não Senoidal			X
3. Diodos Semicondutores de Potência	X	Х	
3.1 Curvas Características do Diodo	Х	Х	
3.2 Curvas Características da Recuperação Reversa	Х	Х	
3.3 Perdas no Diodo		Х	
3.4 Proteção do Diodo	Х	Х	
3.5 Teste de um Diodo		Х	
3.6 Tipos de Diodo de Potência	Х	Х	
3.7 Efeitos dos Tempos de Recup. Direta e Reversa	X	Х	
3.8 Diodos Conectados em Série	X	Х	
3.9 Diodos Conectados em Paralelo	X	Х	
4. Transistores de Potência	Х	Х	
4.1 BJT	Х	Х	
4.2 MOSFET	Х	Х	
4.3 IGBT	Х	Х	
4.4 UJT	X	Х	
5. Retificadores Não-Controlados	X	Х	X
5.1 Diodos com Carga RC, RL, LC e RLC	Х	Х	Х
5.2 Retif. Não-Controlado de Meia Onda c/ Carga R	Х	Х	X
5.3 Retif. Não-Controlado de Meia Onda c/ Carga RL	Х	Х	Х
5.4 Retif. Não-Controlado de Onda Compl. c/ Carga R	Х	Х	Х
5.5 Retif. Não-Controlado de Onda Compl. c/ Carga RL	Х	Х	Х
5.6 Conversores Semicontrolados Trifásicos	X	Х	Х
O. Tilletone			
6. Tiristores	Х	Х	

Tánico / Subtánico	Rashid	Ahmed	Hart
Tópico / Subtópico	(1999)	(2000)	(2012)
6.2 Modelo com Dois Transistores de um Tiristor	Х	Х	
6.3 Disparo de um Tiristor	Х	Х	
6.4 Proteção Contra di/dt	Х	Х	
6.5 Proteção Contra dv/dt	Х	Х	
6.6 Desligamento do Tiristor	X	Х	
6.7 Tipos de Tiristores	Х		
6.8 Tiristores de Controle de Fase	Х		
6.9 Tiristores de Chaveamento Rápido	Х		
6.10 Tiristores de Desligamento pelo Gatilho (GTO)	Х		
6.11 Tiristores Tríodos Bidirecionais	Х		
6.12 Tiristores de Condução Reversa	X		
6.13 Tiristores de Indução Estática	Х		
6.14 SCR Ativado por Luz	Х		
6.15 Tiristores Controlados por FET	X		
6.16 Tiristores Controlados por MOS	Х		
6.17 Operação em Série de Tiristores	Х	Х	
6.18 Operação em Paralelo de Tiristores	Х	Х	
6.19 Circuitos de Disparo de Tiristores	Х	Х	
7. Retificadores Controlados	Х	Х	Х
7.1 Princípio de Operação - Conv.de Fase Controlada	X	Х	Х
7.2 Retif. Controlado de Meia Onda c/ Carga R	Х	Х	Х
7.3 Retif. Controlado de Meia Onda c/ Carga RL	Х	Х	Х
7.4 Retif. Controlado de Onda Completa c/ Carga R	Х	Х	Х
7.5 Retif. Controlado de Onda Completa c/ Carga RL	Х	Х	Х
7.6 Conversores Duais Monofásicos	Х	Х	Х
7.7 Conversores Trifásicos Controlados	Х	Х	Х
7.8 Conversores Duais Trifásicos	Х	Х	Х
7.9 Melhoria do FP por Controle do Ângulo de Extinção	Х		
7.10 Melhoria do FP por Controle Simétrico do Ângulo	X		
7.11 Melhoria do FP por Controle PWM	Х		
7.12 Projetos de Circuitos Conversores	X		
7.13 Efeitos das Indutâncias da Carga e da Fonte	Х		Х
7.14 Circuitos de Disparo	Х		Х
8. Conversores CC-CC	Х	Х	Х
8.1 Reguladores de Tensão Lineares		Х	Х
8.2 Conversor Chaveado Básico	Х	Х	Х
8.3 Conversor Buck	Х	Х	Х
8.4 Conversor Boost	Х	Х	Х
8.5 Conversor Buck-Boost	Х	Х	Х
8.6 Conversor Cuk	Х	Х	Х
8.7 Conversor com Indutância Simples no Primário			Х
8.8 Conversores Intercalados			Х
8.9 Desempenho do Conversor e Chaves Não Ideais			Х
8.10 Funcionamento dos Conv. em Condução Descont.			Х
8.11 Conversores com Capacitor Chaveado			X
9. Fontes de Alimentação	Х		X
9.1 Modelos de Transformador			X

Tánico / Cubtánico	Rashid	Ahmed	Hart
Tópico / Subtópico	(1999)	(2000)	(2012)
9.2 Conversor Flyback	X		X
9.3 Conversor Direto	Х		Х
9.4 Conversor Direto com Chave Dupla	Х		Х
9.5 Conversor Push-Pull	Х		Х
9.6 Conversores CC em Meia Ponte e Ponte Completa	Х		X
9.7 Conversores Alimentados Por Corrente			Х
9.8 Saídas Múltiplas			Х
9.9 Escolha do Conversor			Χ
9.10 Correção do Fator de Potência	Х		Х
9.11 Controle de Fontes de Alimentação	Х		Х
9.12 Circuitos de Controle PWM	Х		Х
9.13 Filtro de Linha CA			Х
9.14 Fonte de Alimentação CC Completa	Х		Х
9.15 Fontes de Alimentação CA Chaveadas	Х		
9.16 Fontes de Alimentação CA Ressonantes	Х		
9.17 Fontes de Alimentação CA Bidirecionais	Х		
10. Inversores	Х	Х	Χ
10.1 Princípio de Operação	Х	Х	Χ
10.2 Parâmetros de Performance	Х		
10.3 Inversores Monofásicos em Ponte	Х	Х	Х
10.4 Inversores Trifásicos	Х	Х	Х
10.5 Controle de Tensão de Inversores Monofásicos	X	X	X
10.6 Modulação por Larg. de Pulso Único	Х	Х	Х
10.7 Modulação por Larg. de Pulsos Múltiplos	Х	Х	X
10.8 Modulação por Larg. de Pulsos Senoidal	Х	Х	X
10.9 Modulação por Larg. de Pulso Senoidal Modif.	Х		
10.10 Controle por Deslocamento de Fase	Х	Х	
10.11 Controle de Tensão de Inversores Trifásicos	Х	Х	
10.12 Técnicas Avançadas de Modulação	Х		
10.13 Redução de Harmônicos	Х		Х
10.14 Inversores Tiristorizados de Comutação Forçada	Х		
10.15 Inversores do tipo Fonte de Corrente	Х	Х	
10.16 Inversores com Interligação CC Variável	Х		
10.17 Projeto de Circuitos Inversores	Х	Х	
11. Conversores Ressonantes	Х		Х
11.1 Chaveamento com Corrente Zero	Х		Х
11.2 Chaveamento com Tensão Zero	Х		Х
11.3 Inversor Ressonante Série	Х		Х
11.4 Conversor CC-CC Ressonante Série	Х		Х
11.5 Conversor CC-CC Ressonante Paralelo	Х		Х
11.6 Conversor CC-CC Ressonante Série-Paralelo	Х		Х
11.7 Comparação de Conversor Ressonante			Х
11.8 Conversor Ressonante com Ligação CC	Х		Х
12. Chaves Estáticas	Х	Х	
12.1 Comparação Entre Semicondutoras e Mecânicas	Х	Х	
12.2 Chaves Estáticas AC	Х	Х	
12.3 Chaves Estáticas Trifásicas	Х	Х	

Tópico / Subtópico	Rashid (1999)	Ahmed (2000)	Hart (2012)
12.4 Chaves Híbridas		Х	
12.5 Relé de Estado Sólido (SSR)	Х	Х	
12.6 Controle Estático com Mudança de Terminal		Х	
12.7 Controlador estático VAR (SVC)		Х	
13. Proteção de Dispositivos e Circuitos	X		X
13.1 Circuitos de Acionamento c/ Mosfet e IGBT			X
13.2 Circuitos de Acionamento c/ Transistor Bipolar			X
13.3 Circuitos de Acionamento c/ Tiristor			X
13.4 Circuitos Snubber com Transistor			X
13.5 Recuperação de Energia com Circuitos Snubber	Х		Х
13.6 Circuitos Snubber para Tiristor	Х		Х
13.7 Dissipadores de Calor Condução Térmica	Х		Х

Quadro 1: Temas e subtemas gerais da disciplina Eletrônica Industrial, elencados segundo as três principais referências nesta área.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

No Quadro 1 estão marcados os temas e subtemas que cada livro didático contém. Isso será fundamental para se determinar qual deles é o mais completo. A análise se dará por um método multicritério que considerará o número de subtemas que cada tema contém.

3.5.2: Análise das Médias

A Figura 1 contém as médias de pontuação dos temas de cada critério de avaliação e são analisadas a seguir quanto à pontuação dos temas.

A Figura 1-A refere-se à Importância Acadêmica. Este critério possui pontuação 1, 2 ou 3. Nenhum tema obteve média próxima de 1, fazendo-o tornar-se não importante. Os temas: Introdução, Cálculos de Potência, Fontes de Alimentação e Conversores Ressonantes obtiveram média aproximadamente 2, ou seja, importante, mas não essencial. Os demais temas se aproximam da classificação 3, essencial, com destaque para Diodos Semicondutores de Potência, Transistores de Potência, Retificadores Não-Controlados e Inversores.

Os professores consideram, de acordo com a Figura 1-A, que todos os temas têm importância para a formação acadêmica dos alunos, sendo o menos importante Conversores Ressonantes e o mais importante, atingindo pontuação 3 pela faixa do erro padrão, o tema Transistores de Potência.

A Figura 1-B sobre o critério Importância para o Mercado de Trabalho apresenta a mesma classificação do critério anterior: 1, 2 ou 3. Os temas Introdução, Diodos de Potência e Conversores Ressonantes foram os piores avaliados do ponto de vista do mercado de trabalho. Isso pode-se dar pelo fato de que esses temas se tratam de embasamento teórico de componentes eletrônicos básicos que compõem os equipamentos de interesse industrial.

Também na Figura 1-B, Fontes de Alimentação, Inversores, Chaves Estáticas e Proteção de Dispositivos e Circuitos foram os temas que mais se aproximaram da classificação essencial. De fato esses são equipamentos comuns no ambiente de trabalho de um técnico em Eletrotécnica. Os demais temas também se adequaram à faixa entre importantes, mas não essenciais e essenciais.

A Satisfação dos alunos no aprendizado de cada tema segundo a percepção docente é avaliada na Figura 1-C. Neste caso a escala de avaliação vai de 1 a 5. Introdução, Retificadores Não-Controlados, Tiristores, Fontes de Alimentação, Inversores, Conversores Ressonantes, Chaves Estáticas e Proteção de Dispositivos e Circuitos foram temas avaliados entre alta e média satisfação dos alunos.

A Figura 1-C mostra que, do ponto de vista dos professores, os temas em que os alunos apresentam maior dificuldade de aprendizado são: Cálculos de Potência, Diodos Semicondutores de Potência, Transistores de Potência, Retificadores Controlados e Conversores CC-CC.

A Figura 1-D deixa evidente que os temas, do segundo ao quinto, têm alta importância como pré-requisito para outros temas dentro da disciplina.

De acordo com a Figura 1-D, os temas Conversores CC-CC e Fontes de Alimentação têm baixa importância como pré-requisitos, ou seja, não devem ser levados em consideração como essenciais para que outro conteúdo seja posteriormente lecionado.

Na Figura 1-E, para cada tema foram somadas as médias de Carga Horária dos subtemas. Percebe-se que os temas Tiristores, Retificadores Controlados, Conversores CC-CC, Fontes de Alimentação e Inversores são mais densos, demando maior carga horária para serem lecionados.

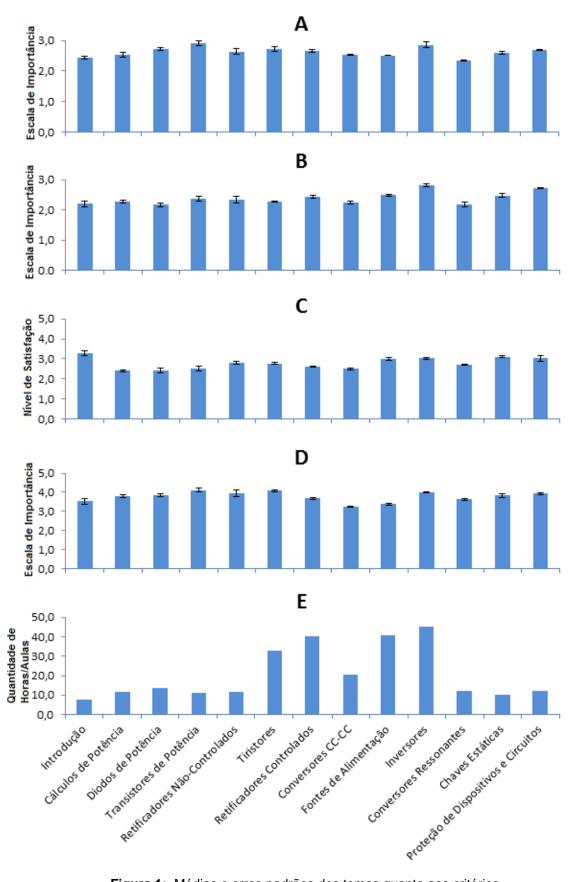


Figura 1: Médias e erros padrões dos temas quanto aos critérios.

Legenda: A - Importância Acadêmica; B - Importância para o Mercado de Trabalho; C - Satisfação dos alunos; D - Pré-requisito e; E - Carga Horária.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

3.5.3: Ordenação dos temas quanto à importância nos critérios

A característica de elencar itens do método de Borda foi utilizada para ordenar os temas de Eletrônica Industrial quanto à avaliação média dos entrevistados em cada critério. Ao aplicar esta ferramenta foi elaborada a Tabela 1.

Tabela 1: Pontuação dos temas em relação aos critérios pelo Método de Borda.

Tema	C1	C2	C3	C4	Total	Posição	Carga Horária
Introdução	2	3	13	3	21	10°	7,6
Cálculos de Potência	4	5	1	6	16	11º	11,5
Diodos de Potência	11	1	2	8	22	90	13,6
Transistores de Potência	13	8	3	13	37	3°	11,3
Retificadores Não-Controlados	7	7	8	10	32	6°	11,5
Tiristores	10	6	7	12	35	4°	32,6
Retificadores Controlados	8	9	5	5	27	7°	40,1
Conversores CC-CC	5	4	4	1	14	12º	20,4
Fontes de Alimentação	3	11	9	2	25	80	40,5
Inversores	12	13	11	11	47	1º	45,2
Conversores Ressonantes	1	2	6	4	13	13º	12,2
Chaves Estáticas	6	10	12	7	35	5°	10,0
Proteção de Dispositivos e Circuitos	9	12	10	9	40	2º	12,3
Carga	a Horária	a Tota	ıl:	•	•	•	268,9

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

OBS: Legenda: C1- Importância Acadêmica; C2- Importância para o Mercado de Trabalho; C3-Satisfação; C4- Pré-requisito.

A Tabela 1 apresenta a pontuação no método de Borda baseando-se nas médias de avaliações dos temas contidas nas Figuras 1 a 5. Ela indica que o tema Inversores é o mais bem colocado na média das avaliações dos professores entrevistados, enquanto o tema Conversores Ressonantes é o pior avaliado. O total de horas aulas obtido de 268,9 supera em muito o número previsto no curso de 120 horas/aula.

O método de Borda também é aplicado para rankear as livros de Eletrônica Industrial com base na quantidade de subtemas que cada livro contém em cada tema. A Tabela 2 apresenta os resultados.

Tabela 2: Pontuação dos livros em relação aos temas pelo Método de Borda.

Tema	Rashid (1999)	Ahmed (2000)	Hart (2012)
Introdução	2	2	1
Cálculos de Potência	1	1	2
Diodos de Potência	1	2	0
Transistores de Potência	2	2	1
Retificadores Não-Controlados	2	2	2
Tiristores	2	1	0
Retificadores Controlados	2	0	1
Conversores CC-CC	0	1	2
Fontes de Alimentação	1	0	2
Inversores	2	1	0
Conversores Ressonantes	1	0	2
Chaves Estáticas	1	2	0
Proteção de Dispositivos e Circuitos	1	0	2
Total	18	14	15

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Pela Tabela 2 pode-se definir que pelo método de Borda o livro mais indicado para um professor lecionar a disciplina de Eletrônica Industrial é o de Rashid (1999) pois obteve um total de 18, sendo rankeado em 1º lugar.

3.6: CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Introdução, Cálculos de Potência, Diodos de Potência apresentaram alta importância acadêmica, mas baixa importância para o mercado de trabalho.

Transistores de Potência mostrou-se um tema de alta importância como prérequisito visto que o funcionamento dos equipamentos de eletrônica industrial se baseia na lógica de acionamento destes. Isto também explica sua classificação como essencial academicamente.

Retificadores Não-Controlados, Tiristores, Retificadores Controlados e Conversores Ressonantes apresentaram classificação semelhante, sendo

importantes como pré-requisitos e sendo de mais importância acadêmica do que para o mercado de trabalho.

Conversores CC-CC e Fontes de Alimentação apresentaram baixa importância em todos os critérios e por isso seriam fortes candidatos à retirada do conteúdo.

Inversores, Chaves Estáticas e Proteção de Dispositivos e Circuitos tiveram avaliação próxima de essencial para a importância acadêmica e para o mercado de trabalho, além da satisfação e pré-requisito acima da média.

Através desta análise pode-se determinar as características dos temas em cada critério. Porém, para se atingir o objetivo de determinar uma ementa ideal para uma disciplina é essencial se estabelecer uma relação entre os critérios. Para tal, pode-se utilizar métodos de análise multicritérios que incorporem essa capacidade.

Considerando a faixa de corte de 100 horas para aulas expositivas, pelo método de Borda, os temas selecionados para compor a matriz curricular de Eletrônica Industrial seriam: Tiristores, Transistores de Potência, Inversores e Proteção de Dispositivos e Circuitos. Esta matriz totaliza 101,4 horas aulas, o que pode ser viável em vista da flexibilidade das atividades nas 20 horas aulas restantes.

O número total de horas resultante dos conteúdos excede o tempo limite da disciplina em um semestre letivo. Um método que estabeleça relações de superação pode indicar conteúdos que devem ser excluídos e resultem na redução do total de horas aulas. Também pode proporcionar por análise de sensibilidade a adequação dos temas dentro do limite predefinido de 120 horas aulas.

Além disso, para se determinar qual é o melhor livro para lecionar a disciplina de Eletrônica Industrial o método de Borda não considera os pesos dos critérios. Por isso faz-se necessária a aplicação de outro método que incorpore essa análise. Essas são sugestões para trabalhos futuros.

3.7: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. T. Multicriteria decision model for outsourcing contracts selection based on utility function and ELECTRE method. **Computers and Operations Research**, New York, v.34, n.12, p. 3569-3574, 2007. Dispnível e: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305054806000189. Acesso em: 12 nov 2015.

AHMED, A. Eletrônica de Potência - São Paulo: Prentice Hall, 2000.

BELLA, A.; DUCKSTEIN, L.;SZIDAROVSZKY, F. A multicriterion analysis of the water allocation conflict in the upper Rio Grande basin. **Applied Mathematics and Computation**, New York, V.77, n. 2-3, p.245-265, jul, 1996. Disponível em: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=236734. Acesso em: 12 nov 2015.

BEZERRA NETO, F.; GOMES, E. G.; OLIVEIRA, A. M. Produtividade biológica em sistemas consorciados de cenoura e alface avaliada através de indicadores agroeconômicos e métodos multicritério. **Revista Horticultura Brasileira,** São Paulo, **v.** 25, n.2, p.193-198, abr-jun, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n2/12.pdf>. Acesso em: 12 nov 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CEB nº4/1999**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb04_99.pdf. Acesso em: 15 dez 2013.

BORGES, A. C. **O** ensino integrado e a formação para o mercado de trabalho. Disponível em: http://www.uel.br/grupo-estudo/gaes/pages/arquivos/ARTIGO%20ADRIANA%20BORGES%20-%20GT%2002.pdf. Acesso em: 20 maio 2015.

CATAPAN, A. H. Conteúdos escolares: simplificação ou construção do conceito. **Revista Perspectiva**. Florianópolis, n. 21, p. 119-141, 1994. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/.../10079/10295. Acesso em: 12 nov 2015.

CHEN, N.; XU, Z.; XIA, M. The ELECTRE I multi-criteria decision-making method based on hesitant fuzzy sets. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, Pequim - China, v.14, n.3, maio, 2015. Disponível em: http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0219622014500187. Acesso em: 12 nov 2015.

CRESPO, A. A. Estatística fácil. 17 ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

FIGUEIRA, J. (org); GRECO, S. (org); EHRGOTT, M. (org.). **Multiple criteria decision analysis**: state of the art surveys. New York: Springer, 2005.

FONSECA, V. J. D. Programação linear inteira e árvore de pré-requisitos para alocação e sequenciamento de conteúdos programáticos. 2012. 90 f Dissertação (Mestrado em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional) - Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes-RJ, 2012.

FREITAS, A. L. P.; RODRIGUES, S. G. A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12, 2005, 4 nov, Bauru-SP. **Anais...** Bauru – SP: SIMPEP, 2006.

GOMES, C. F. S.; COSTA H. G. Abordagem estratégica para a seleção de sistemas ERP utilizando apoio multicritério à decisão. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v.13, n.3, p.1060-1088, jul.-set, 2013. Disponível em: < http://producaoonline.org.br/rpo >. Acesso em: 12 nov 2015.

GOMES JÚNIOR, S. F.; MELLO, J. C. C. B. S. Emprego de métodos ordinais multicritério na análise do campeonato mundial de fórmula 1. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 2007, 8-9 nov, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SPOLM, 2008.

GUGLIELMETTI, F. R.; MARINS, F. A. S.; SALOMON, V. A. P. Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios. In: I SIMPÓSIO Brasileiro DE PESQUISA OPERACIONAL, 35, 2003, 8-9 nov, Natal-RS. **Anais...** Natal-RS: SBPO, 2004.

HART, D. W. **Eletrônica de potência**: análise e projetos de circuitos. São Paulo: McGraw-Hill, 2012.

KANGAS, J., KANGAS, A., VAINIKAINEN, N. Empirical study on voting power in participatory forest planning. **Journal of Environmental Management,** New York, v.88, n.1, p.173–180, 2008. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17395363>. Acesso em: 12 nov 2015.

LAWSHE, C. H. A quantitative approach to content validity. **Personnel Psychology,** New York, v.28, n.4, p.563-575, dez, 1975. Disponível em:http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x/abstract. Acesso em: 12 nov 2015.

LIKERT, R. A. Technique for measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, New York, v.22 1, n. 140, p. 5-55, 1933. Disponível em: http://www.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf >. Acesso em; 12 nov 2015.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. Estatística **Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

- RAJU, K. S.; PILLAI, C. R. S. Multicriterion decision making in river basin planning and development. **European Journal of Operational Research**, New York, v.112, n 2, p.249-257, jan, 1999. Disponível em:
- http://www.researchgate.net/publication/222754160_Multicriterion_Decision_Making_in_River_Basin_Planning_and_Development. Acesso em: 12 nov 2015.
- RAMOS, M. N. A educação profissional pela pedagogia das competências e a superfície dos documentos oficiais. **Revista Educação e Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 80, p. 401-422, set, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/revistas/es/pabouti.htm >. Acesso em: 12 nov 2015.
- RASHID, M. H. **Eletrônica de potência:** circuitos, dispositivos e aplicações. São Paulo: Makron Books, 1999.
- RODRIGUEZ, D. S. S.; COSTA, H. G.; CARMO, L. F. R. R. S. Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil. Revista **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 134-146, 2013. Disponível em: < http://www.scielo.br/revistas/gp/paboutj.htm >. Acesso em: 12 nov 2015.
- SALIÉS, I. A. **Seleção de conteúdos**: um pressuposto necessário nas discussões do Currículo de Ensino. Disponível em: http://www.webartigos.com/artigos/selecao-de-conteudos-um-pressuposto-necessario-nas-discussoes-do-curriculo-de-ensino/40985/. Acesso em: 12 set 2015.
- SILVA, M. E. T. D. Proposta metodológica para revisão ou construção de grades curriculares compatíveis com a formação profissional para o mercado e para o desenvolvimento regional. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.1, n.1, p. 33-40, jan mar. 2003. Disponível em: http://www.latindex.org/buscador/ficRev.html?folio=19259>. Acesso em: 12 nov 2015.
- TELES, F. SILVA, R. M. Avaliação da satisfação dos usuários de sistemas ERP nas médias empresas de confecção do vestuário de Fortaleza. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v.14, n. 2, p. 533-559, abr-jun, 2014. Disponível em: http://producaoonline.org.br/rpo >. Acesso em: 12 nov 2015.
- WILSON, F. R; PAN, W.; SCHUMSKY, D. A. Recalculation of the critical values for Lawshe's content validity ratio: measurement and evaluation in counseling and Development. **Sage Journals**, New York, v.45, n.3, p.197-210, 2012. Disponível em: < http://mec.sagepub.com/content/45/3/197.abstract >. Acesso em: 12 nov 2015.

4: SELEÇÃO DE CONTEÚDO PROGRAMÁTICO E LIVRO DIDÁTICO NA ÁREA DE ELETRÔNICA INDUSTRIAL POR MÉTODOS ELECTRE

4.1: RESUMO:

Este trabalho tem por objetivo fazer uma análise multicritério à decisão da avaliação de professores dos temas da disciplina Eletrônica Industrial e indicar a literatura adequada para lecionar esta disciplina. Para isso foram aplicados os métodos ELECTRE I e ELECTRE III, selecionando os temas até atingir o limite permitido de carga horária. Os pesos dos métodos ELECTRE foram determinados por um especialista com o auxílio do método AHP no software IPÊ. A utilização dos métodos ELECTRE I e ELECTRE III sobre os temas permitiu a construção de duas matrizes curriculares para a disciplina e a indicação do livro que contém mais temas e subtemas selecionados. Essa análise permitiu a seleção de conteúdos, considerando a importância dos critérios. O método ELECTRE I pode ser restritivo ou amplo demais em determinados casos. Pode-se utilizar o método ELECTRE III para formar uma ementa ideal em função da ordenação geral de temas, limitada apenas pela carga horária.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino; Eletrônica Industrial; Auxílio Multicritério à Decisão; ELECTRE.

4.2: INTRODUÇÃO

O conteúdo educacional deve ser pensado como um programa de formação em que se fornece aos alunos a humanização, a busca de conhecimento e

entendimento. Dentro dos diversos conceitos, pode ser delimitado como o passo a passo de saberes que devem ser oferecidos através das aulas, seguindo um plano pré-definido pelos educadores (FONSECA, 2012).

Na pesquisa de conteúdo educacional é necessário determinar os fatores que atuam no processo de sua reformulação. Espírito Santo (2006) apresenta o caso de uma instituição de ensino superior que implantou um ciclo comum de disciplinas e reduziu pré-requisitos através da ação conjunta de coordenadores e professores. Os atores deste estudo se reuniam para uniformizar o currículo de acordo com as diretrizes da instituição e as necessidades do mercado de trabalho.

Lopes (2012) define o conteúdo de ensino através dos efeitos sociais, dinâmicos e localizados no conhecimento dos alunos. A percepção docente a respeito do corpo discente, sua cultura e objetivos educacionais devem nortear a composição dos conteúdos. O respeito a essas particularidades firma a expressão dos valores e compromissos de uma instituição de ensino.

A disciplina para análise neste trabalho foi Eletrônica Industrial, também conhecida como Eletrônica de Potência. Ela é comum nos currículos de formação de técnicos em eletrotécnica por ter conseguido um lugar de destaque na tecnologia moderna. Sua aplicação em produtos industrial é vasta. A recente utilização de dispositivos de potência e microprocessadores tem feito com que as expectativas de limite de aplicações desta técnica sejam indefiníveis (RASHID, 1999).

Hart (2012) confirma que esta área continua em rápido crescimento por causa do avanço na capacidade dos dispositivos e o desejo de aumentar a eficiência. Com isso, sua faixa de aplicação em termos elétricos tem aumentado, desde ferramentas elétricas portáteis, fontes de alimentação para computadores, carregadores de bateria de celulares até linhas de transmissão de potência na faixa de megawatts.

Uma carga de conteúdos mais objetiva resulta em melhor aprendizado para o corpo discente, porém demanda uma alta capacidade de resumo e foco por parte do corpo docente para que se possa completar o plano dentro das expectativas do curso. Além disso, necessita-se conhecimento teórico e prático dos conteúdos e uma extensa pesquisa de literatura das disciplinas. A atualização também é um fator relevante devido às constantes inovações tecnológicas na área de Eletrônica Industrial.

4.3: OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi escolher através do método de auxílio multicritério à decisão ELECTRE I, primeiramente, os temas da disciplina Eletrônica Industrial de um curso técnico de Eletrotécnica na região Norte Fluminense. Depois, ranquear, pelo método ELECTRE III, os temas que devem ser lecionados para compor a matriz da disciplina, respeitando-se o limite de carga horária. Com a ementa definida, pode-se indicar o livro que apresenta mais conteúdos selecionados.

4.4: REVISÃO DE LITERATURA

4.4.1: Auxílio multicritério à decisão

Em 1970, o Auxílio Multicritério à Decisão começou a ser aplicado na Pesquisa Operacional. Surgiu da necessidade de tratar problemas nos quais a decisão teria de se fundamentar sobre múltiplos critérios. Apresentou-se como uma opção de resolução por decomposição do processo de decisão em etapas (GOMES et al., 2004).

A metodologia multicritério incorpora a característica de atribuição de valores subjetivos que os decisores atribuem às possibilidades de escolha, assumindo uma diversidade maior de análises dentro dos critérios definidos (FIGUEIRA; GRECO; EHRGOTT, 2005).

De maneira ideal, um método deveria apresentar resultados completamente coerentes com as expectativas do decisor. Porém esses resultados podem ser obtidos por uma decisão específica de uma alternativa ou por se atribuir um valor numérico a cada uma (GUGLIELMETTI; MARINS; SALOMON, 2003).

As metodologias que se destacam na área de Análise Multicritério são: os Métodos da Família ELECTRE (ELimination Et Choix Tradusàint la REalitè); o Método PROMETHÈ (Preference Ranking Organization Method for Enrichement Evaluation); o Método AHP (Analytic Hierarchic Process); o Método MACBETH (Measuring Attractiveness by Cathegorical Based Evaluation Technique).

4.4.2: AHP

O método AHP atribui valores numéricos às comparações par a par dos decisores em termos linguísticos. Os julgamentos são organizados em uma matriz de comparação. Dessa matriz são extraídos pelos autovalores os pesos dos critérios. Além disso, o método permite testar a consistência dos resultados (SAATY, 1980).

4.4.3: ELECTRE

Os primeiros métodos da Escola Francesa de Auxílio Multicritério à Decisão foram os da família ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité* - Eliminação e Escolha como Expressão da Realidade) estabelecem uma relação de sobreclassificação entre as alternativas, considerando as preferências do decisor.

Figueira, Greco e Ehrgott (2005) recomenda os métodos da família ELECTRE para os casos em que são necessários pelo menos três critérios de avaliação para as alternativas.

A família ELECTRE é composta pelos métodos ELECTRE I, II, III, IV, IS e TRI (ALMEIDA, 2011 apud SIQUEIRA E FILHO, 2012):

- •ELECTRE I problemática de escolha, utiliza critério verdadeiro;
- •ELECTRE IS problemática de escolha, utiliza pseudo-critério;
- •ELECTRE II problemática de ordenação, utiliza critério verdadeiro;
- •ELECTRE III problemática de ordenação, utiliza pseudo-critério;
- •ELECTRE IV problemática de ordenação, utiliza pseudo-critério, sem uso de pesos para os critérios;
- •ELECTRE TRI problemática de classificação, utiliza pseudo critério.

4.4.4: ELECTRE I

O primeiro método da família ELECTRE foi apresentado por Benayoun et al., em 1966, e aperfeiçoado por Roy (1968). A utilização do ELECTRE I tem o objetivo de realizar a seleção das alternativas preferidas de acordo com a maximização ou

minimização de critérios pré-definidos, sem descumprir completamente o limite aceitável para atender a qualquer um dos critérios (PEREIRA et al, 2007).

Para reduzir o tamanho do conjunto de alternativas para um subconjunto menor de alternativas não dominadas, o método ELECTRE I é eficaz. Também a aplicação e a leitura de resultados são simples, permitindo ao decisor analisar a sensibilidade do modelo mais facilmente (SIQUEIRA E FILHO, 2011).

Ele tenta resolver a problemática Pα, ou seja, determinar um subconjunto que contenha as melhores alternativas. Este é o *mínimo subconjunto dominante* (K), o qual apresenta as propriedades de (1) conter uma alternativa que não é superada por nenhuma outra do próprio K e (2) para toda alternativa que não pertence a K existe uma alternativa em K que a supera (MELLO et al, 2005).

As alternativas não são avaliadas de forma global, mas sim em uma relação de superação par a par, podendo-se definir que uma determinada alternativa a supera a alternativa b (aSb) se a for, pelo menos, tão boa quanto b. A propriedade que define a superação é a seguinte: $aSb \Leftrightarrow aPb$ ou aQb ou alb, onde P indica preferência estrita, Q preferência fraca e I indiferença (GOMES et al, 2004).

Para atingir este objetivo, foram criados três conceitos fundamentais: concordância, discordância (determinados para cada par de alternativas e representados por valores entre zero e um) e valores limites (GOMES et al, 2004).

Segundo Roy e Bouyssou (1993), o método ELECTRE I, deve ser difundido em várias áreas. Primeiro, devido ao conceito de sobreclassificação que está contido nele. E segundo, pelo alto grau de simplicidade das fórmulas que definem um sistema e que já foram bem sucedidas em esclarecer problemas de apoio à decisão multicritério cada vez mais complexos com o passar do tempo.

A aplicação deste método implica em se seguir os seguintes axiomas: Exaustividade (descrição do problema considerando-se todos os pontos relevantes); Coesão (análise correta da importância dos itens) e; Não Redundância (eliminação de itens que possuem características já presentes em outros) (ROY e BOUYSSOU, 1993).

Conforme Gomes et al. (2006), o método ELECTRE I resolve a problemática P_{α} . Esta resolução se dá pela pesquisa do conjunto mínimo de alternativas não dominadas as quais são apresentadas no núcleo do grafo gerado pelas relações de preferências determinadas na pesquisa de campo.

4.4.5: ELECTRE III

O método ELECTRE III foi desenvolvido por Roy (1978) para incorporar a natureza imprecisa e incerta na ordenação de alternativas da melhor para pior, utilizando os limiares de indiferença e preferência.

A ideia básica do método ELECTRE III é o uso dos índices de concordância e discordância, os quais são calculados com base nos limites de indiferença, preferência e veto além dos pesos de cada critério. Os limites representam o grau de imprecisão ou incerteza da decisão e a preferência do decisor (ZOPOUNIDIS; DIMITRAS, 1998).

Os métodos de classificação tradicionais consideram os conceitos de preferência e indiferença na comparação de alternativas. Por exemplo, na comparação de duas alternativas "A" e "B", para afirmar que "A" supera "B", deve-se verificar que "A" é, pelo menos, tão boa quanto "B", porém, dentro dos critérios, o desempenho de "A" é melhor. Assim, se assumir que existam critérios definidos (g_j), para j = 1,2,3...r, e dois conjuntos de alternativas A e B, a modelagem de preferência tradicional constitui-se de duas alternativas (MENDONÇA; INFANTE; VALLE, 2010):

aPb (a é preferível a b) se, e somente se g(a) > g(b) alb (a é indiferente a b) se, e somente se g(a) = g(b)

O método ELECTRE III introduz o conceito de limite de indiferença, q, que é o limiar que uma alternativa pode transitar até ser indiferente à outra. Nesse caso, "A" é preferível a "B" quando "A" for tão boa quanto "B" e o seu desempenho for melhor nos critérios de preferência, considerando o limite de indiferença. Isso redefine as relações de preferência da seguinte forma (MENDONÇA; INFANTE; VALLE, 2010):

aPb (a é preferível a b) se, e somente se g(a) > g(b) + q alb (a é indiferente a b) se, e somente se $|g(a) - g(b)| \le q$

Porém, essa classificação incorpora o problema da zona de transição entre a preferência e a indiferença. O método ELECTRE III insere a zona nebulosa entre indiferença e preferência estrita e que serve de zona intermediária de hesitação entre preferência e indiferença. Esta zona de preferência fraca (Q) é determinada

por uma relação binária e modelada pela introdução de um limiar de preferência, p. Assim, o modelo passa a ser composto por um limiar duplo (MENDONÇA; INFANTE; VALLE, 2010):

aPb (a tem preferência forte a b) se, e somente se g(a) - g(b) > paQb (a tem preferência fraca a b) se, e somente se $q < g(a) - g(b) \le p$ alb (a é indiferente a b, e b é indiferente a a) se, e somente se $|g(a) - g(b)| \le q$

Onde q é o limite de indiferença de um pseudocritério e p é o limite de preferência estrita de um pseudocritério.

Cada par de alternativas a e b pode ser testado para validar ou não a afirmação aSb. Isto resulta em quatro situações (MENDONÇA; INFANTE; VALLE, 2010):

Situação 1: aSb e não (bSa): "a" é preferível a "b" e não ("b" é preferível a "a"); Situação 2: não (aSb) e bSa: não ("a" é referível a "b") e "b" é preferível ao "a"; Situação 3: aSb e bSa: corresponde a uma situação de indiferença; Situação 4: não (aSb) e não (bSa): corresponde a uma situação de incompatibilidade.

Dado um conjunto $A = \{a_1, a_2,..., a_J\}$ de alternativas avaliadas em relação a uma família de critérios $F = \{g_1,..., g_n\}$, o método ELECTRE III se propõe a estabelecer uma ordenação de preferência entre as alternativas (ROY, 1985 *apud* FREITAS; RUBIM; MANHÃES, 2004).

4.5: MÉTODOS

Três livros da área de Eletrônica Industrial foram selecionados por um docente. Rashid (1999) e Ahmed (2000) foram selecionados por serem indicados nas ementas de cursos de Eletrotécnica de instituições que são referência no Brasil. Hart (2012) foi indicado por ser um livro atualizado, permitindo a inserção do fator de evolução tecnológica comum em Eletrônica Industrial.

O Quadro 2 apresenta em ordem cronológica os temas de Rashid (1999), Ahmed (2000) e Hart (2012).

	Introdução à Eletrônica de Potência							
	Diodos Semicondutores de Potência							
	Circuitos e Retificadores com Diodos							
	Tiristores							
	Retificadores Controlados							
	Controladores de Tensão CA							
	Técnicas de Comutação de Tiristores							
Rashid (1999)	Transistores de Potência							
	Choppers							
	Inversores Modulados por Largura de Pulso							
	Conversores de Pulsos Ressonantes							
	Chaves Estáticas							
	Fontes de Alimentação							
	Acionamentos CC							
	Acionamentos CA							
	Proteção de Dispositivos e Circuitos							
	Introdução à Eletrônica de Potência							
	Diodos Semicondutores de Potência							
	Transistores de Potência							
	Retificadores Trifásicos Não-Controlados							
	Retificadores Trifásicos Controlados							
Ahmed (2000)	Choppers							
	Inversores							
	Controladores de Tensão CA							
	Tiristores							
	Retificadores Monofásicos Não-Controlados							
	Retificadores Monofásicos Controlados							
	Introdução à Eletrônica de Potência							
	Cálculos de Potência							
	Retificadores de Meia Onda							
	Retificadores de Onda Completa							
Hart (2012)	Controladores de Tensão CA							
11a1t (2012)	Conversores CC-CC							
	Fontes de Alimentação CC							
	Inversores							
	Conversores Ressonantes							
	Circuitos de Acionamento, Snubber e Dissipador de Calor							

Quadro 2: Temas de Eletrônica Industrial segundo três livros desta área. Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Como alguns temas abordados em um livro podem ser nomeados de outra maneira em outro, foi feita uma equalização de temas. Desta feita, o problema de se

ter alternativas de conceitos repetidos foi sanado. Isto gerou um quadro de alternativas de temas bem definido com os subtemas que estes dispõem para que estes também fossem avaliados (Apêndice A).

Borges (2009), Fonseca (2012) e Brasil (1999) serviram de base para definir os critérios de avaliação dos conteúdos que devem compor a ementa de um curso: importância para o mercado de trabalho, importância acadêmica, satisfação discente e importância como pré-requisito. A escala de avaliação destes critérios consta no questionário do Apêndice A.

Os questionários foram aplicados a seis professores de Eletrônica Industrial. Suas avaliações foram tabeladas para aplicação do método ELECTRE I e III (BARRETO; ERTHAL JÚNIOR, 2015).

4.5.1: Pesos dos critérios

Para determinar os pesos dos critérios de avaliação foi utilizado o método AHP através do software IPÊ. A interface desse software é mostrada na Figura 2.

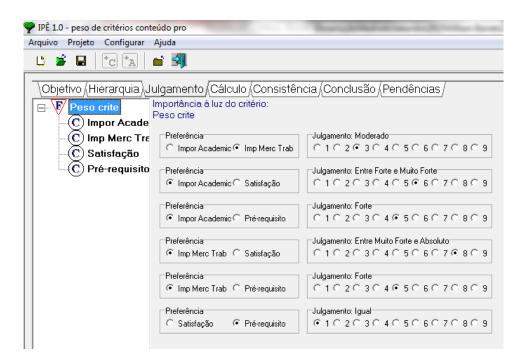


Figura 2: Interface do software IPÊ para o julgamento do avaliador sobre os critérios. Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Um avaliador pode, através do software IPÊ, apresentar sua preferência na avaliação dos critérios par a par e o julgamento do nível desta. Ao fim do questionário respondido é possível verificar a consistência das respostas para que haja coerência.

4.5.2: ELECTRE I

Quando um subconjunto significativo dos critérios indica que uma alternativa é fracamente preferível à outra, acontece uma concordância C(a,b), definida pela fórmula:

$$C(a,b) = \frac{K^{+}(a,b) + K^{=}(a,b)}{K^{+}(a,b) + K^{=}(a,b) + K^{-}(a,b)}$$

Onde:

 K^+ (a,b) = soma dos pesos dos critérios em que g(a) > g(b) + q, sendo q o limite de indiferença e g o desempenho da alternativa em um critério;

 $K^{=}(a,b) = \text{soma dos pesos dos critérios em que } -q \leq g(a) - g(b) \leq q$, sendo q o limite de indiferença;

 $K^{-}(a,b)$ = soma dos pesos dos critérios em que g(a) < g(b) + q, sendo q o limite de indiferença;

Quando não há critérios em que o grau de preferência de uma alternativa em relação à outra ultrapasse um limite inaceitável, acontece uma discordância D(a,b). Esta pode ser calculada de forma absoluta pela fórmula:

$$D(a,b) = m\acute{a}x.\left(0, \frac{g_i(b) - g_i(a)}{Escala_i}\right) para i = 1,...,n$$

Neste caso o valor das alternativas é diretamente proporcional ao grau de satisfação. Para um intervalo de escala diferente entre os critérios, deve-se proceder

à normalização e a discordância pode ser calculada de forma relativa pela seguinte fórmula:

$$D(a,b) = m\acute{a}x.\left(0, \frac{g_i(b) - g_i(a)}{g_i(a)}\right) para i = 1, ..., n$$

Os limites de concordância **c** e de discordância **d** definem os extremos da relação de superação. Isso é apresentado na relação:

aSb se, e somente se,
$$\begin{cases} C(a,b) \geq c \\ D(a,b) \leq d \end{cases}$$

A matriz de concordância é composta por linhas i e colunas k e associam as alternativas par a par (x_i,x_k) . Cada posição da matriz contém o valor do somatório dos pesos dos critérios da concordância entre x_i e x_k . O cálculo deste *índice de concordância* $c_{i,k}$ é realizado assim:

$$c_{i,k} = \sum_{j \in C(x_i, x_k)} w_j$$

Onde $w_i > 0$ é o peso normalizado do critério j.

Para construir a matriz de discordância é necessário calcular o índice de discordância $d_{i,k}$. Este representa a maior diferença entre x_i e x_k quanto ao desempenho nos critérios em que x_k tem preferência estrita sobre x_i , dividida pela máxima diferença possível para todas as alternativas e critérios. A fórmula para o cálculo deste índice é apresentado da seguinte forma:

$$d_{i,k} = \left(\frac{1}{d}\right) \max_{j \in D(x_i, x_k)} (u_j(x_i) - u_j(x_k))$$

Onde:

$$d = \max_{j} \max_{x_i, x_k \in A} \left(u_j(x_k) - u_j(x_i) \right), \quad para j = 1, ..., n$$

Em posse dessas matrizes, devem-se estabelecer a relação entre esses limites de concordância **c** e discordância **d** a fim de determinar relações de superação globais. Esta relação está na fórmula:

$$x_i S x_k$$
 se, e somente se, $c_{i,k} \ge c$ e $d_{i,k} \le d$

Através desta comparação de alternativas, pode-se compor uma Matriz de Superação. Esta matriz contém apenas zeros e uns. Zero representa não superação e um representa que uma alternativa superou a outra.

O processo passo a passo do ELECTRE I é apresentado no Quadro 3.

FATORES	FÓRMULA
Concordância	$C(a,b) = \frac{K^{+}(a,b) + K^{-}(a,b)}{K^{+}(a,b) + K^{-}(a,b) + K^{-}(a,b)}$
Discordância Absoluta	$D(a,b) = m\acute{a}x.\left(0, \frac{g_i(b) - g_i(a)}{Escala_i}\right)$
Discordância Relativa	$D(a,b) = m\acute{a}x.\left(0, \frac{g_i(b) - g_i(a)}{g_i(a)}\right)$
Relação de Superação	aSb se, e somente se, $egin{cases} \mathcal{C}(a,b) \geq c \\ \mathcal{D}(a,b) \leq d \end{cases}$
Índice de Concordância	$c_{i,k} = \sum_{j \in C(x_i, x_k)} w_j$
Índice de Discordância	$d_{i,k} = \left(\frac{1}{d}\right) \max_{j \in D(x_j, x_k)} (u_j(x_i) - u_j(x_k))$
Relação de Superação Global	$x_i S x_k$ se, e somente se, $c_{i,k} \ge c$ e $d_{i,k} \le d$

Quadro 3: Fatores e Fórmulas na sequência em que devem ser encontradas na aplicação do método ELECTRE I.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Os itens selecionados podem ser agrupados em um núcleo, também chamado de kernel. O kernel possui as alternativas que não sobreclassificam nenhuma outra alternativa que também está no kernel. Também se deve respeitar a restrição que para toda alternativa que não está no kernel deve haver uma alternativa dentro do kernel que a supera (GOMES et al., 2006).

O kernel pode ser definido graficamente da seguinte maneira: os itens que estão presentes nele são aqueles que não lançam setas sobre nenhum outro item que também está nele; e todo item que não está no kernel recebe pelo menos uma seta de um item do kernel (FIGUEIRA; GRECO; EHRGOTT, 2005).

Devido ao fato deste método restringir alternativas a um kernel, existe a possibilidade da solução ser restritiva ou flexível demais. Por isso, uma técnica que ordena as alternativas, sem restringi-las, como o método ELECTRE III, pode ser empregada para apresentar um ranking sobre o qual pode-se aplicar a restrição específica de um estudo de caso, e oferecer uma solução adequada.

4.5.3: ELECTRE III

De acordo com Roy (1973) as relações de sobreclassificação do método ELECTRE III são definidas com base nas técnicas de concordância e discordância.

Se $g_j(a)$ é o valor de desempenho da alternativa a à luz do critério j, calculamse (FREITAS; PEIXOTO; SUETT, 2004):

- índices de concordância parcial $c_j(a,b)$: expressam a intensidade com que se pode afirmar que, sob o critério j, a é ao menos tão boa quanto b. Os valores assumidos são determinados por:

$$c_j(a,b) = \begin{cases} 0, seg_j(b) \geq g_j(a) + p_j(g_j(a)) \\ 1, seg_j(b) \leq g_j(a) + q_j(g_j(a)) \\ \frac{g_j(a) + p_j(g_j(a)) - g_j(b)}{p_j(g_j(a)) - q_j(g_j(a))}, nos \ demais \ casos. \end{cases}$$

Onde $q_i(g_j(a))$ é o limitar de indiferença associada com o pseudo-critério j e $p_i(g_j(a))$ é o limite de preferência estrita associado com o pseudo-critério j (FANCELLO; CARTA; FADDA, 2014).

- índices de concordância global C(a,b): expressa a concordância que existe em se afirmar que a subordina b, à luz de todos os critérios:

$$C(a,b) = \frac{\sum_{j=1}^{m} w_j \times c_j(a,b)}{\sum_{j=1}^{m} w_j}$$

w_j é o peso de cada critério.

- <u>índices de discordância D_f(a,b)</u>: representa a medida em que o critério j recusa a afirmativa de que a subordina b. D_f(a,b) pode assumir os valores:

$$D_j(a,b) = \begin{cases} 0, seg_j(b) \leq g_j(a) + p_j(g_j(a)) \\ 1, seg_j(b) \geq g_j(a) + v_j(g_j(a)) \\ \\ \underline{g_j(b) - g_j(a) - p_j(g_j(a))}_{v_j(g_j(a)) - p_j(g_j(a))}, nos \ demais \ casos. \end{cases}$$

Onde $v_i(q_i(a))$ é o limiar de veto.

- <u>índices de credibilidade $G_c(a,b)$ </u>: expressa quanto se admite que *a* subordina *b* globalmente, utilizando-se o conceito de discordância para enfraquecer o conceito de concordância.

$$G_c(a,b) = \begin{cases} C(a,b), se \ D_j(a,b) \le C(a,b) \forall j \\ C(a,b) \times \prod_{D_j(a,b) > C(a,b)} \frac{1 - D_j(a,b)}{1 - C(a,b)} \end{cases}$$

Com a determinação dos índices de credibilidade, constrói-se uma sucessão de relações de subordinação, como apresentado na Figura 3. Para isso, utiliza-se o nível de corte λ que é o menor valor de um índice de credibilidade $G_c(a,b)$ em que se pode afirmar que aSb.

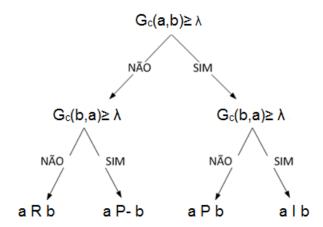


Figura 3: Avaliações das relações de subordinação com base no índice de credibilidade. Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Após a qualificação, as alternativas são selecionadas na etapa de destilação. Na destilação descendente (otimista) selecionam-se primeiramente as melhores alternativas e termina-se o processo com piores. Na destilação ascendente (pessimista), escolhem-se primeiramente as piores alternativas para terminar o processo com as melhores. Como resultado obtêm-se duas pré-ordenações (FREITAS; PEIXOTO; SUETT, 2004).

Segundo Freitas, Peixoto e Suett (2004), a interseção das duas préordenações leva a uma classificação mais confiável, revelando imparabilidades entre as alternativas, caso elas existam. Para proceder à interseção, consideram-se as seguintes hipóteses:

- a será considerada melhor que b (aPb) se, em ao menos uma das classificações a é classificada a frente de b e se numa outra a é ao menos tão bem classificada quanto b.
- a será equivalente à b (alb) se estas pertencerem à mesma classe nas duas préordenações.
- *a* e *b* serão incomparáveis (*a*R*b*) se, por exemplo, *a* está em melhor posição que *b* na classificação ascendente e se *b* vem à frente de *a* na destilação descendente.

4.6: RESULTADOS

4.6.1: Pesos dos critérios

O coordenador do curso técnico de Eletrotécnica foi convidado para responder essa avaliação. Essa opção se explica pela experiência acadêmica e na gestão administrativa que esse professor possui.

Após a avaliação, foi verificada a sua razão de consistência, a qual foi aprovada dentro dos padrões (RC≤1). Por fim, na Tabela 3 são apresentados os pesos dos critérios resultantes pelo software IPÊ.

Tabela 3: Resultados do método AHP para os pesos dos critérios.

Critérios	Pesos
Importância Acadêmica	0,157
Importância para o Mercado de Trabalho	0,462
Satisfação	0,045
Pré-requisito	0,337

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

4.6.2: ELECTRE I: Concordância e discordância

Seis professores da disciplina Eletrônica Industrial responderam o questionário. Suas avaliações foram tabeladas e submetidas à aplicação do método ELECTRE I. A matriz de concordância para cada par de alternativas é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Matriz de concordância dos temas no método ELECTRE I.

Temas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-	0,045	0,506	0,045	0,045	0,045	0,045	0,382	0,382	0,045	0,663	0,045	0,045
2	0,955	-	0,462	0,000	0,000	0,000	0,337	0,337	0,494	0,000	0,955	0,000	0,000
3	0,494	0,538	-	0,000	0,157	0,157	0,494	0,494	0,494	0,000	0,494	0,494	0,157
4	0,955	1,000	1,000	-	0,955	0,955	0,494	0,955	0,494	0,494	0,955	0,494	0,494
5	0,955	1,000	0,843	0,045	-	0,506	0,382	1,000	0,494	0,000	1,000	0,494	0,337
6	0,955	1,000	0,843	0,045	0,494	-	0,538	0,538	0,494	0,337	1,000	0,494	0,494
7	0,955	0,663	0,506	0,506	0,618	0,462	-	1,000	0,494	0,000	0,955	0,157	0,000
8	0,618	0,663	0,506	0,045	0,462	0,462	0,000	-	0,157	0,000	0,618	0,000	0,000
9	0,618	0,506	0,506	0,506	0,506	0,506	0,506	0,843	-	0,000	0,663	0,462	0,000
10	0,955	1,000	1,000	0,506	1,000	0,663	1,000	1,000	1,000	-	1,000	0,955	1,000
11	0,337	0,045	0,506	0,045	0,000	0,000	0,045	0,382	0,337	0,000	-	0,000	0,000
12	0,955	1,000	0,506	0,506	0,506	0,506	0,843	1,000	0,538	0,045	1,000	-	0,045
13	0,955	1,000	0,843	0,506	0,663	0,506	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,955	-

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Em seguida, foi calculada a matriz de discordância na Tabela 5.

Tabela 5: Matriz de discordância dos temas no método ELECTRE I.

Temas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-	0,216	0,339	0,578	0,352	0,471	0,309	0,180	0,379	0,838	0,078	0,374	0,689
2	1,000	-	0,244	0,483	0,465	0,426	0,235	0,114	0,707	0,755	0,357	0,823	0,724
3	0,975	0,129	-	0,282	0,440	0,401	0,354	0,226	0,682	0,884	0,332	0,799	0,735
4	0,890	0,000	0,000	-	0,355	0,315	0,124	0,004	0,596	0,623	0,247	0,713	0,613
5	0,535	0,000	0,102	0,341	-	0,120	0,129	0,000	0,242	0,658	0,000	0,358	0,509
6	0,574	0,000	0,004	0,243	0,083	-	0,212	0,083	0,282	0,741	0,000	0,397	0,592
7	0,765	0,088	0,160	0,378	0,230	0,343	-	0,000	0,472	0,529	0,122	0,588	0,489
8	0,886	0,449	0,522	0,740	0,585	0,705	0,362	-	0,593	0,658	0,312	0,709	0,610
9	0,293	0,344	0,416	0,634	0,479	0,599	0,256	0,019	-	0,529	0,206	0,380	0,470
10	0,266	0,000	0,000	0,105	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000	-	0,000	0,089	0,000
11	0,643	0,214	0,457	0,696	0,355	0,454	0,375	0,222	0,413	0,872	-	0,466	0,723
12	0,177	0,000	0,144	0,383	0,099	0,219	0,061	0,000	0,006	0,465	0,000	-	0,316
13	0,276	0,000	0,045	0,284	0,010	0,129	0,000	0,000	0,000	0,213	0,000	0,099	-

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

4.6.3: ELECTRE I: Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é feita com o objetivo de se avaliar quais os valores dos limiares de concordância e discordância no método ELECTRE I são ideais para restringir os conteúdos dentro da carga horária que se determina para a disciplina.

Na Tabela 6 é apresentada a matriz de superação resultante para os limiares de concordância C=0,6 e discordância D=0,4.

Tabela 6: Matriz de superação dos temas no método ELECTRE I para C=0,6 e D=0,4.

Temas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	1	-	1	1	0	1	0	0	1	0	0
5	0	1	1	0	-	0	0	1	0	0	1	0	0
6	0	1	1	0	0	-	0	0	0	0	1	0	0
7	0	1	0	0	1	0	-	1	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	1	-	0	1	0	0
10	1	1	1	0	1	1	1	1	1	-	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
12	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	-	0
13	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	-

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

A partir da matriz de superação da Tabela 6, foi gerada a Figura 4 com as relações de superação e a Tabela 7 com o kernel.

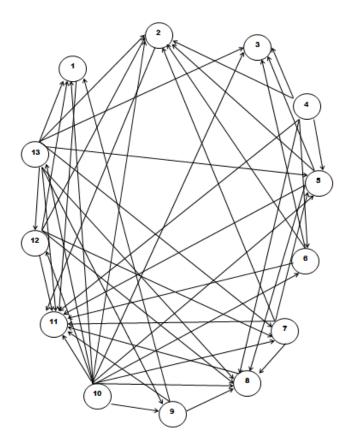


Figura 4: Relações de superação entre os temas para C=0,6 e D=0,4. Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Tabela 7: Relações de superação de cada tema e resultado do kernel para C=0,6 e D=0,4.

Tema	Supera	Superado	Kernel	
1	11	9, 10, 12, 13	Não	
2	11	4, 5, 6, 7, 10, 12, 13	Não	
3	-	4, 5, 6, 10, 13	Não	
4	2, 3, 5, 6, 8, 11	-	Sim	
5	2, 3, 8, 11	4, 7, 10, 13	Não	
6	2, 3, 11	4, 10	Não	
7	2, 5, 8, 11	10, 12, 13	Não	
8	11	4, 5, 7, 9, 10, 12, 13	Não	
9	1, 8, 11	10, 13	Não	
10	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13	-	Sim	
11	-	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13	Não	
12	1, 2, 7, 8, 11	10, 13	Não	
13	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12	10	Não	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

De acordo com a Figura 3 e a Tabela 7, os conteúdos 4 e 10 devem ser escolhidos. Estes temas somam uma carga horária média de 56,5 horas aulas.

O mesmo procedimento foi executado para os casos em que C= 0,7 e D=0,3 e C=0,8 e D=0,2. As matrizes de superação foram diferentes, porém apresentaram o mesmo kernel. Os temas selecionados foram 4, 6 e 10. Esses temas somam uma carga horária média de 89,1 horas aulas.

A matriz de superação gerada para os limitares C=0,9 e D=0,1 estão na Tabela 8.

Tabela 8: Matriz de superação dos temas no método ELECTRE I para C=0,9 e D=0,1.

Temas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	1	-	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	-	0	0	1	0	0	1	0	0
6	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	1	0	0
7	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
10	0	1	1	0	1	0	1	1	1	-	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	-	0
13	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	-

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

A partir da matriz de superação da Tabela 8, foi gerada a Figura 5 e a Tabela 9 com as relações de superação e o kernel.

Para os casos em que o número de relações de superação foi muito alto, prejudicando a visualização gráfica dos resultados, foi elaborada uma tabela (Tabela 9) para discriminar por quais itens um item foi superado e quais eles superou.

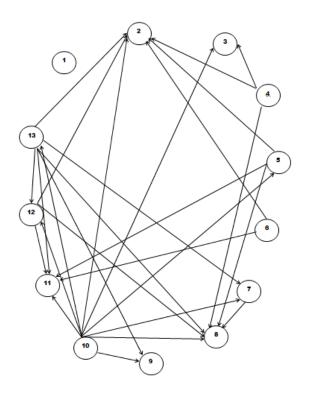


Figura 5: Relações de superação entre os temas para C=0,9 e D=0,1. Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Tabela 9: Relações de superação de cada tema e resultado do kernel para C=0,9 e D=0,1.

Tema	Supera	Superado	Kernel
1	-	-	Sim
2	-	4, 5, 6, 10, 12, 13	Não
3	-	4, 10	Não
4	2, 3, 8	-	Sim
5	2, 8, 11	10	Não
6	2, 11	-	Sim
7	8	10, 13	Não
8	-	4, 5, 7, 10, 12, 13	Não
9	-	10, 13	Não
10	2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13	-	Sim
11	-	5, 6, 10, 12, 13	Não
12	2, 8, 11	10, 13	Não
13	2, 7, 8, 9, 11, 12	10	Não

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Através da Figura 4 e Tabela 9 pode-se definir que os itens que devem estar no kernel são: 1, 4, 6 e 10. Estes conteúdos geram uma carga horária média de 96,7 horas aulas.

4.6.4: Matriz resultante e livro indicado pelo método ELECTRE I

O total de carga horária após a aplicação do método ELECTRE I entre os temas resultou em 96,7 horas aulas. A matriz do curso após a aplicação do método ELECTRE I é apresentada no Quadro 4.

A disciplina possui um limite de 120 horas aulas. As avaliações e suas respectivas avaliações de segunda chamada demandam em média 2 horas aulas cada, resultando, por semestre, em 12 horas aulas reservadas para esta finalidade. São previstas também, dentro do tempo total de aula, avaliações intermediárias em forma de trabalhos, práticas ou testes que costumam levar em média 8 horas aulas por semestre.

Visto que o mercado de trabalho geralmente exige dos profissionais de nível técnico uma alta variedade de conhecimentos, pode-se sugerir a inserção de três temas restringidos neste trabalho em forma de breve resumo de 1 hora aula para cada um, a título de noção básica, o que resultaria em mais 3 horas aulas. Portanto, teríamos um total de 119,7 horas aulas.

A partir da ementa estabelecida foi possível analisar dentre os três livros sugeridos no Quadro 1 qual seria o que possui mais conteúdos para atender às necessidades dos professores em seguir o programa estabelecido. O Quadro 4 mostra o comparativo dos livros Rashid (1999), Ahmed (2000) e Hart (2012). O livro Rashid (1999) é o mais indicado com 49, seguido por Ahmed (2000) com 33 e por último Hart (2012) com 14 temas e subtemas.

Tópico / Subtópico	Rashid (1999)	Ahmed (2000)	Hart (2012)	Carga Horária
1. Introdução à Eletrônica de Potência	X	X	X	7,6
1.1 Aplicações da Eletrônica de Potência	Х	Х	Х	1,2
1.2 História da Eletrônica de Potência	Х	X		1,0
1.3 Classificação dos Conversores	Х	X	Х	1,2
1.4 Conceitos de Eletrônica de Potência	Х	X	Х	1,4
1.5 Chaves Eletrônicas (Diodo, Tiristores e Transistor)	X	Х	Х	2,8
4. Transistores de Potência	X	Х		11,3
4.1 BJT	Х	X		3,3
4.2 MOSFET	Х	Х		3,1
4.3 IGBT	Х	Х		3,5
4.4 UJT	Х	Х		1,5
6. Tiristores	Х	Х		32,6
6.1 Características dos Tiristores	Х	Х		1,3

Tópico / Subtópico	Rashid (1999)	Ahmed (2000)	Hart (2012)	Carga Horária
6.2 Modelo com Dois Transistores de um Tiristor	X	X	(===,	1,3
6.3 Disparo de um Tiristor	X	X		1,9
6.5 Proteção Contra dv/dt	X	X		2,1
6.6 Desligamento do Tiristor	X	X		1,4
6.6 Desligamento do Tiristor	X	X		1,4
6.7 Tipos de Tiristores	Χ			1,3
6.8 Tiristores de Controle de Fase	Χ			1,7
6.9 Tiristores de Chaveamento Rápido	X			1,7
6.10 Tiristores de Desligamento pelo Gatilho (GTO)	X			1,8
6.11 Tiristores Tríodos Bidirecionais	Х			1,9
6.12 Tiristores de Condução Reversa	Х			1,7
6.13 Tiristores de Indução Estática	Х			1,7
6.14 SCR Ativado por Luz	X			1,6
6.15 Tiristores Controlados por FET	X			1,7
6.16 Tiristores Controlados por MOS	Χ			1,7
6.17 Operação em Série de Tiristores	Χ	Х		1,9
6.18 Operação em Paralelo de Tiristores	Χ	Х		1,9
6.19 Circuitos de Disparo de Tiristores	Χ	Х		1,9
10. Inversores	Χ	X	X	45,2
10.1 Princípio de Operação	Х	Х	Х	2,3
10.2 Parâmetros de Performance	X			2,2
10.3 Inversores Monofásicos em Ponte	Х	Х	Х	2,7
10.4 Inversores Trifásicos	Х	Х	Х	3,5
10.5 Controle de Tensão de Inversores Monofásicos	Х	Х	Х	2,7
10.6 Modulação por Larg. de Pulso Único	Х	X	X	2,7
10.7 Modulação por Larg. de Pulsos Múltiplos	Х	Х	Х	3,1
10.8 Modulação por Larg. de Pulsos Senoidal	Χ	Х	Х	3,1
10.9 Modulação por Larg. de Pulso Senoidal Modif.	Χ			3,1
10.10 Controle por Deslocamento de Fase	Х	Х		3,1
10.11 Controle de Tensão de Inversores Trifásicos	Χ	Х		3,3
10.12 Técnicas Avançadas de Modulação	X			1,6
10.13 Redução de Harmônicos	X		X	2,9
10.14 Inversores Tiristorizados de Comutação Forçada	X			1,5
10.15 Inversores do tipo Fonte de Corrente	X	Х		2,9
10.16 Inversores com Interligação CC Variável	X			1,5
10.17 Projeto de Circuitos Inversores	X	X		2,9
TOTAL	49	33	14	96,7

Quadro 4: Temas selecionados da disciplina Eletrônica Industrial pelo método ELECTRE I, elencados segundo as três principais referências e com suas respectivas cargas horárias. Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

4.6.5: ELECTRE III: análise de sensibilidade

Os seis questinários respondidos por professores de Eletrônica Industrial também foram tabelados para a aplicação do método ELECTE III.

A análise de sensibilidade no método ELECTRE III tem por objetivo avaliar quais os valores dos limiares de indiferença, preferência estrita, veto e nível de corte são ideais para ordenar os temas.

Após testes de diversos valores para estes limiares, foram verificadas as seguintes conclusões:

- valores de *p* menores que 0,01 e *q* menores que 0,02 começaram a apresentar níveis significativos de concordância, ou seja, diferente de 1 para todas as relações.
- valores de *p* menores que 0,03 e veto menor que 1 começaram a apresentar níveis significativos de discordância, ou seja, diferente de 0 para todas as relações.
- valor de nível de corte 0,9 apresentou resultados de ordenação distintos, reduzindo o número de empates.

A partir dessa definição, foi encontrada a ordenação que resultou em temas com posições bem definidas, diminuindo a ocorrência de empates.

Nas Tabelas 10, 11 e 12 são apresentadas, respectivamente, a matriz de concordância global, a matriz de credibilidade e a matriz de ordenação para p=0,01, q=0,02, v=1 e λ =0,9. As préordenações e a ordenação final constam na Tabela 13.

Tabela 10: Matriz de concordância global dos temas no método ELECTRE III.

Temas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,000	1,000	1,000	0,506	1,000	0,663	1,000	1,000	1,000	0,382	1,000	1,000	0,538
2	0,955	1,000	1,000	0,843	0,955	0,955	1,000	1,000	0,955	0,494	1,000	0,955	0,494
3	0,955	1,000	1,000	1,000	0,955	1,000	1,000	1,000	0,494	0,494	1,000	0,494	0,494
4	0,955	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,955	0,494	1,000	0,955	0,494
5	0,955	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,538	1,000	1,000	0,538
6	0,955	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,538	1,000	1,000	0,538
7	0,955	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,955	0,494	1,000	0,955	0,955
8	0,955	0,663	0,663	0,506	0,663	0,663	1,000	1,000	0,955	0,157	1,000	0,618	0,157
9	1,000	1,000	1,000	0,506	0,663	0,663	1,000	1,000	1,000	0,045	1,000	1,000	0,663
10	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11	0,955	1,000	0,843	0,506	1,000	0,843	1,000	1,000	1,000	0,382	1,000	0,955	0,538
12	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,538	1,000	1,000	1,000
13	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Tabela 11: Matriz de credibilidade dos temas no método ELECTRE III.

Temas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,000	1,000	1,000	0,506	1,000	0,663	1,000	1,000	1,000	0,382	1,000	1,000	0,538
2	0,955	1,000	1,000	0,843	0,955	0,955	1,000	1,000	0,955	0,494	1,000	0,955	0,494
3	0,955	1,000	1,000	1,000	0,955	1,000	1,000	1,000	0,494	0,494	1,000	0,494	0,494
4	0,955	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,955	0,494	1,000	0,955	0,494
5	0,955	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,538	1,000	1,000	0,538
6	0,955	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,538	1,000	1,000	0,538
7	0,955	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,955	0,494	1,000	0,955	0,955
8	0,955	0,663	0,663	0,506	0,663	0,663	1,000	1,000	0,955	0,157	1,000	0,618	0,157
9	1,000	1,000	1,000	0,506	0,663	0,663	1,000	1,000	1,000	0,045	1,000	1,000	0,663
10	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11	0,955	1,000	0,843	0,506	1,000	0,843	1,000	1,000	1,000	0,382	1,000	0,955	0,538
12	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,538	1,000	1,000	1,000
13	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Tabela 12: Matriz de ordenação dos temas no método ELECTRE III.

Temas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	I	I	ı	P-	I	P-	I	- 1	ı	P-	I	I	P-
2	1	I	I	P-	I	I	I	Р	I	P-	I	I	P-
3	1	I	I	I	I	I	I	Р	P-	P-	Ρ	P-	P-
4	Р	Р	I	I	I	I	I	Р	Р	P-	Ρ	I	P-
5	1	I	I	I	I	I	I	Р	Р	P-	I	I	P-
6	Р	I	I	I	I	I	I	Р	Р	P-	Ρ	I	P-
7	1	I	I	I	I	I	I	I	I	P-	I	I	I
8	1	P-	P-	P-	P-	P-	I	I	I	P-	I	P-	P-
9	1	I	Р	P-	P-	P-	I	I	I	P-	I	I	P-
10	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	I	Ρ	Р	I
11	- 1	1	P-	P-	I	P-	I	- 1	- 1	P-		I	P-
12	1	I	Р	I	1	I	I	Р	ı	P-	I	1	1
13	Р	Р	Р	Р	Р	Р	ı	Р	Р	I	Р	ı	1

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Tabela 13: Classificação dos temas no método ELECTRE III.

Classificação	Otimis	ta	Pessimi	sta		FINAL
Classificação -	Pontos	Item	Pontos	Item	Item	Horas Aulas
1	13	10	9	10	10	45,2
2	13	13	5	13	13	12,3
3	11	7	-3	4	4	11,3
4	11	12	-5	6	6	32,6
5	9	4	-9	3	12	10
6	9	5	-9	5	5	11,5
7	9	6	-9	12	3	13,6
8	7	2	-11	2	2	11,5
9	5	1	-11	9	1	7,6
10	5	3	-13	1	9	40,5
11	3	9	-13	7	7	40,1
12	3	11	-13	8	11	12,2
13	-3	8	-13	11	8	20,4

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

4.6.6: Matriz resultante e livro indicado pelo método ELECTRE III

Do primeiro ao quarto colocado foi possível preencher o requisito de carga horária. O total de carga horária após a aplicação do método ELECTRE III entre os temas resultou em 101,4 horas aulas. A matriz do curso sugerida após a aplicação deste método é apresentada no Quadro 5.

Neste caso, também pode-se considerar o tempo das avaliações e respectivas avaliações de segunda chamada, por semestre, em 12 horas aulas, e o

tempo para trabalhos, práticas ou testes em 6 horas aulas por semestre. Portanto, teríamos um total de 119,4 horas aulas.

O Quadro 5 mostra o comparativo dos livros Rashid (1999), Ahmed (2000) e Hart (2012). O livro Rashid (1999) é o mais indicado com 47, seguido por Ahmed (2000) com 27 e por último Hart (2012) com 17 temas e subtemas.

Tópico / Subtópico	Rashid (1999)	Ahmed (2000)	Hart (2012)	Carga Horária
4. Transistores de Potência	X	X	` '	11,3
4.1 BJT	Х	Х		3,3
4.2 MOSFET	X	X		3,1
4.3 IGBT	Х	Х		3,5
4.4 UJT	X	X		1,5
6. Tiristores	Х	Х		32,6
6.1 Características dos Tiristores	Х	Х		1,3
6.2 Modelo com Dois Transistores de um Tiristor	Х	Х		1,3
6.3 Disparo de um Tiristor	Х	X		1,9
6.5 Proteção Contra dv/dt	Х	X		2,1
6.6 Desligamento do Tiristor	Х	Х		1,4
6.6 Desligamento do Tiristor	Х	Х		1,4
6.7 Tipos de Tiristores	Х			1,3
6.8 Tiristores de Controle de Fase	Х			1,7
6.9 Tiristores de Chaveamento Rápido	Х			1,7
6.10 Tiristores de Desligamento pelo Gatilho (GTO)	Х			1,8
6.11 Tiristores Tríodos Bidirecionais	Х			1,9
6.12 Tiristores de Condução Reversa	Х			1,7
6.13 Tiristores de Indução Estática	Х			1,7
6.14 SCR Ativado por Luz	Х			1,6
6.15 Tiristores Controlados por FET	Х			1,7
6.16 Tiristores Controlados por MOS	Х			1,7
6.17 Operação em Série de Tiristores	Х	Х		1,9
6.18 Operação em Paralelo de Tiristores	Х	X		1,9
6.19 Circuitos de Disparo de Tiristores	X	X		1,9
10. Inversores	X	Х	Х	45,2
10.1 Princípio de Operação	X	X	Х	2,3
10.2 Parâmetros de Performance	X			2,2
10.3 Inversores Monofásicos em Ponte	X	Х	Х	2,7
10.4 Inversores Trifásicos	X	Х	Х	3,5
10.5 Controle de Tensão de Inversores Monofásicos	X	Х	Х	2,7
10.6 Modulação por Larg. de Pulso Único	X	X	Х	2,7
10.7 Modulação por Larg. de Pulsos Múltiplos	X	Х	Х	3,1
10.8 Modulação por Larg. de Pulsos Senoidal	X	Х	Х	3,1
10.9 Modulação por Larg. de Pulso Senoidal Modif.	X			3,1
10.10 Controle por Deslocamento de Fase	Х	X		3,1
10.11 Controle de Tensão de Inversores Trifásicos	Х	X		3,3
10.12 Técnicas Avançadas de Modulação	X			1,6

Tópico / Subtópico	Rashid (1999)	Ahmed (2000)	Hart (2012)	Carga Horária
10.13 Redução de Harmônicos	Х		Х	2,9
10.14 Inversores Tiristorizados de Comutação Forçada	X			1,5
10.15 Inversores do tipo Fonte de Corrente	X	Х		2,9
10.16 Inversores com Interligação CC Variável	Х			1,5
10.17 Projeto de Circuitos Inversores	Х	Х		2,9
13. Proteção de Dispositivos e Circuitos	Х		Х	12,3
13.1 Circuitos de Acionamento c/ Mosfet e IGBT			Х	1,8
13.2 Circuitos de Acionamento c/ Transistor Bipolar			Х	1,8
13.3 Circuitos de Acionamento c/ Tiristor			Х	1,8
13.4 Circuitos Snubber com Transistor			Х	1,8
13.5 Recuperação de Energia com Circuitos Snubber	X		Х	1,3
13.6 Circuitos Snubber para Tiristor	X		Х	1,8
13.7 Dissipadores de Calor Condução Térmica	Х		Х	1,9
TOTAL	47	27	17	101,4

Quadro 5: Temas selecionados da disciplina Eletrônica Industrial pelo método ELECTRE III, elencados segundo as três principais referências e com suas respectivas cargas horárias. Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

4.7: DISCUSSÃO

Pode-se perceber que, com o passar do tempo os conteúdos foram condensados em grandes áreas mais abrangentes. Há também uma diferença de objetivos da literatura. Enquanto Rashid (1999) e Ahmed (2000) tratam de temas superficiais voltados para alunos de nível de educação médio, Hart (2012) contém esta abordagem mais o aprofundamento necessário para alunos de nível superior.

Além disso, Hart (2012) propõe que inicialmente seja apresentada ao aluno uma base de conceitos comuns de eletrônica de potência e de cálculo que serão úteis no desenrolar dos temas da Eletrônica Industrial.

Tanto Hart (2012) quanto Rashid (1999) concluem o assunto "Eletrônica Industrial" com um capítulo dedicado a um tema que é abordado brevemente em quase todos os anteriores: Circuitos de Proteção. Isto serve para sedimentar um tema sempre presente no contexto.

Para este estudo de caso, verificou-se que o método ELECTRE I restringiu a ementa a quatro temas de um total de treze e esses quatro atendem ao limite de carga horária. Porém, pode haver casos em que o método ELECTRE I seja restritivo demais na seleção, a ponto de não atender ao requisito de carga horária. Para esses casos pode-se sugerir a aplicação de um método de ordenação, em que não

há exclusão de itens, ou seja, é elaborado um ranqueamento dos temas e em seguida avaliado até qual posição é preenchida a carga horária.

Ramos (2002) cita a preocupação que se deve ter em envolver a prática profissional no processo de aprendizagem. Três dos quatro temas selecionados pelo método ELECTRE I e todos os temas escolhidos na ordenação do método ELECTRE III referem-se a componentes e equipamentos eletrônicos comuns nos ambientes de trabalho de um técnico em eletrotécnica. A escolha deles permitirá ao professor atender ao aspecto prático do ensino, preparando os alunos através de aulas práticas no laboratório. Isso fornecerá o contato inicial com o material de trabalho com o qual terá de lidar quando se formar. Essa experiência significará melhor qualificação à medida que também pode servir de parâmetro de avaliação em uma entrevista de emprego.

Neste estudo, o método AHP utilizado no software IPÊ indicou que, na opinião de um gestor, a importância do conteúdo no projeto de carreira é o fator primordial a nortear a composição da ementa do curso e a satisfação pessoal tem menor peso nessa decisão. Essa discriminação reflete a preocupação regional em formar profissionais para a absorção pelo setor petrolífero ou portuário, já que são as principais demandas do Norte Fluminense. Além disso, uma formação voltada para atender a esses grupos mais influentes já faz parte da cultura organizacional do Instituto Federal Fluminense há décadas e têm moldado a identidade profissional dos seus alunos (CATAPAN, 1994).

4.8: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os significados para importância e satisfação, segundo Dicionário Online de Português (2015), são:

- Importância: "Posição de destaque dentro de uma escala de comparação; mérito".
- Satisfação: "Contentamento; prazer resultante da realização daquilo que se espera ou que se deseja".

A importância do tema e do subtema avaliado de Eletrônica Industrial é determinada pelo destaque que ela tem na formação do aluno, no que se projeta para a sua carreira pós-curso e na base de conhecimento para dominar novas tecnologias. A satisfação do aluno com o tema ou subtema avaliado se relaciona ao grau de contentamento de se atingir as expectativas pessoais de formação.

O software IPÊ se mostrou uma ferramenta adequada para selecionar os valores dos pesos dos critérios do caso considerado nesta pesquisa. Os valores que ele atribuiu a cada critério corresponderam com o pensamento do gestor. Isso corrobora a aplicação do método AHP nas questões em que é necessária a transição de julgamentos linguísticos para numéricos.

O método ELECTRE I realizou a restrição necessária para o estudo de caso. Pela análise de sensibilidade da sua avaliação dos temas verificou-se que ele escolheu no máximo quatro. Essa solução se enquadrou no objetivo do trabalho, pois atingiu a carga horária definida.

O método ELECTRE III também se mostrou eficiente para o estudo de caso. A ordenação dos temas serviu para a seleção com base na limitação de carga horária.

Os resultados dos dois métodos selecionaram quatro temas, sendo que três foram idênticos.

É comum entre os professores iniciarem uma disciplina fazendo uma introdução ao conteúdo. Isso é bem visto pela noção básica e estímulo de interesse que é gerado nos alunos. Isso justifica a seleção do tema Introdução à Eletrônica de Potência pelo ELECTRE I.

Transistores de Potência e Tiristores são componentes eletrônicos básicos em Eletrônica Industrial. É essencial conhecer suas estruturas e modos de funcionamento para projeto e manutenção no ambiente industrial. Além disso, o funcionamento dos equipamentos se baseia nas formas de aplicação destes.

Inversores são equipamentos que possuem Transistores de Potência. Essa escolha faz muito sentido, já que é vital conhecer um equipamento por dentro antes de operá-lo, realizar uma manutenção ou incluí-lo num projeto para uma solução industrial.

Por fim, a escolha do tema Proteção de Dispositivos e Circuitos é razoável em vista dos ganhos que ela produz. Ela evita que componentes sejam danificados

gerando manutenções recorrentes, evita gastos com troca de componentes e indicam o caminho inicial para a realização de uma manutenção.

Rashid (1999) foi o livro indicado para auxiliar os professores ao lecionar Eletrônica Industrial. É um livro relativamente antigo em comparação com a evolução tecnológica, mas que contém a essência fundamental dos componentes que, em geral, não mudaram.

O conteúdo programático sugerido foi adequado aos critérios preferenciais e disponibiliza tempo para atividades de avaliação e práticas que atendem às expectativas educacionais comentadas na literatura referente à elaboração de ementas.

4.9: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, A. Eletrônica de potência. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

ALMEIDA, A.T. O Conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão. 2 ed. Recife: EDUFPE, 2011.

BORGES, A. C. **O** ensino integrado e a formação para o mercado de trabalho. Disponível em: http://www.uel.br/grupo-estudo/gaes/pages/arquivos/ARTIGO%20ADRIANA%20BORGES%20-%20GT%2002.pdf. Acesso em: maio/2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CEB nº4/1999**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb04_99.pdf>. Acesso em: 15 dez 2013.

CATAPAN, A. H. Conteúdos escolares: simplificação ou construção do conceito. **Revista Perspectiva**. Florianópolis, n. 21, p. 119-141, 1994. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/.../10079/10295. Acesso em: 12 nov 2015.

FANCELLO, G.; CARTA, M.; FADDA, P. A decision support system based on Electre III for safety analysis in a suburban road network. In: MEETING OF THE EURO WORKING GROUP ON TRANSPORTATION, 17, 2014, 2-4 jul, Sevilha-Esp.

Proceeding... Sevilha-Esp: EWGT, 2015. P.1275-184. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235214651400266X >. Acesso em: 12 nov 2015.

- FONSECA, V. J. D. Programação linear inteira e árvore de pré-requisitos para alocação e sequenciamento de conteúdos programáticos. 2012. 90 f Dissertação (Mestrado em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional) Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes-RJ, 2012.
- FREITAS, A. L. P.; RODRIGUES, S. G. A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12, 2005, 4 nov, Bauru-SP. **Anais...** Bauru SP: SIMPEP, 2006.
- HART, D. W. **Eletrônica de potência**: análise e projetos de circuitos. São Paulo: McGraw-Hill, 2012.
- LOPES, M. I. Como selecionar conteúdos de ensino. **Revista De Magistro de Filosofia**, v. 5, n. 9, p.30-43, jul-dez, 2012. Disponível em: < http://catolicadeanapolis.edu.br/revmagistro/wp-content/uploads/2013/05/COMO-SELECIONAR-CONTE%C3%9ADOS-DE-ENSINO.pdf >. Acesso em: 12 nov 2015.
- MENDONÇA, F. M. D.; INFANTE, C. E. D. C.; VALLE, R. A. B. D. Aplicação do método ELECTRE III na avaliação de desempenho de redes de empresas produtoras de artesanato: o caso da região de Minas Gerais. **Revista Symposium**, Lavras, ed.16, v. 8, n. 2, p. 65-81, jul-dez, 2010. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/260209767_Aplicao_do_mtodo_electre_III_artesanato_Minas. Acesso em: 12 nov 2015.
- MOTA, C. M. M.; ALMEIDA, A. T. Método multicritério ELECTRE IV-H para priorização de atividades em projetos. **Revista Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p.248-269, maio ago, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-74382007000200004&script=sci_arttext >. Acesso em: 12 nov 2015.
- ESPÍRITO SANTO, E. **Análise da Mudança na Matriz Curricular do Curso de Comunicação Social numa Instituição de Ensino Superior**.. Disponível em: http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2006/resumos/R0969-2.pdf. Acessado em: 28 nov 2014.
- FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. (org.). Multiple Criteria Decision Analysis state of the art surveys. New York: **Springer**, 2005.
- GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisão em cenários complexos**: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. Rio de Janeiro: Thompson Learning, 2004.

_____. GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial**: o enfoque multicritério. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GUGLIELMETTI, F. R.; MARINS, F. A. S.; SALOMON, V. A. P. Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios. In: I SIMPÓSIO Brasileiro DE PESQUISA OPERACIONAL, 35, 2003, 8-9 nov, Natal-RS. **Anais...** Natal-RS: SBPO, 2004.

MELLO, J. C. C. B. S; et al. . A. Avaliação do tamanho de aeroportos portugueses com relações multicritério de superação. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v.25, n.3, p.313-330, set-dez, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-74382005000300002. Acesso em: 12 nov 2015.

PEREIRA E. R; et al. Estudo preliminar do emprego de métodos multicritério da família ELECTRE na avaliação de pilotos no campeonato de Fórmula 1. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção,** V. 7 n. 10, dez. 2007. Disponível em: <www.producao.uff.br/conteudo/rpep/.../RelPesq_V7_2007_10.doc>. Acesso em: 12 nov 2015.

RAMOS, M. N. A educação profissional pela pedagogia das competências e a superfície dos documentos oficiais. **Revista Educação e Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 80, p. 401-422, set, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/revistas/es/paboutj.htm >. Acesso em: 12 nov 2015.

RASHID, M. H. **Eletrônica de potência**: circuitos, dispositivos e aplicações. São Paulo: Makron Books, 1999.

ROY, B. ELECTRE III: Algorithme de Classement Base Sur Une Représentation Floue des Préférences en Présence des Critères Multiples. **Cahiers du CERO**, v. 20, nº.1, p. 3-24. 1978. Disponível em: < http://www.worldcat.org/ >. Acesso em: 12 nov 2015.

_____; BOUYSSOU, D. **Aide multicritère à la décision: méthodes et cas**. Paris: Econômica, 1993.

SAATY, T. L. **Analytical hierarchy process:** planning, priority setting, resource allocation. New York-US: McGraw-Hill, 1980.

SIQUEIRA, G. B. A., FILHO A. T. D. A. Aplicação do método ELECTRE I para seleção de ideias de inovação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 43, 2011, 15-18 ago, Ubatuba-SP. **Anais...** Ubatuba-SP: SBPO, 2012. p.3322-3332. Disponível em:

http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2011/pdf/88080.pdf . Acesso em: 12 nov 2015.

ZOPOUNIDIS, C.; DIMITRAS, A. I. **Multicriteria decision aid methods for the prediction of business failure**. Flórida –US: Springer Science+Business Media Dordrecht, 1998.

5: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contribui com uma maneira inovadora de elaboração de conteúdo programático para disciplinas de cursos técnicos, através dos métodos AMD e questionários. O foco do estudo foi selecionar os conteúdos presentes na literatura de uma disciplina e determinar quais deles deveria fazer parte do conteúdo programático, através da utilização dos métodos de Borda, ELECTRE I e ELECTRE III.

Os professores que avaliaram os temas e subtemas quanto aos critérios não demonstraram alto nível de divergência na avaliação, de acordo com pequena variação do erro padrão da média.

De acordo com o Quadro 6, a ordenação dos temas pelo método de Borda, no primeiro artigo, apresentou exatamente os mesmos quatro primeiros temas que foram indicados dentro da carga horária estipulada no método ELECTRE III. A seleção pelo método ELECTRE I e a ordenação pelo método ELECTRE III no segundo artigo apresentaram resultados semelhantes, exceto por um tema. Três dos quatro temas selecionados pelos métodos ELECTRE são exatamente os mesmos. Isso revela uma tendência natural das respostas dos entrevistados quanto à preferência destes três temas, e indica que eles realmente devem compor uma ementa que respeita a importância dos critérios de avaliação.

	Borda	EL	ECTRE I	E	ELECTRE III
Posição	Temas	Selecionados	Excluídos	Posição	Temas
10	Inversores	Introdução	Cálculos de Potência	1º	Inversores
2º	Proteção de Dispositivos e Circuitos	Transistores de Potência	Retificadores Controlados	2º	Proteção de Dispositivos e Circuitos
3º	Transistores de Potência	Tiristores	Conversores CC- CC	30	Transistores de Potência
40	Tiristores	Inversores	Fontes de Alimentação	40	Tiristores
5º	Chaves Estáticas		Conversores Ressonantes	5º	Chaves Estáticas
6º	Retificadores Não- Controlados		Diodos de Potência	6º	Retificadores Não- Controlados
7º	Retificadores Controlados		Retificadores Não- Controlados	7º	Diodos de Potência
80	Fontes de Alimentação		Chaves Estáticas	80	Cálculos de Potência
90	Diodos de Potência		Proteção de Dispositivos e Circuitos	90	Introdução
10°	Introdução			10°	Fontes de Alimentação
11º	Cálculos de Potência			11º	Retificadores Controlados
12º	Conversores CC- CC			12º	Conversores Ressonantes
13º	Conversores Ressonantes			13º	Conversores CC- CC

Quadro 6: Resultados dos métodos de Borda, ELECTRE I e ELECTRE III para a seleção de temas de Eletrônica Industrial.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Borges (2009) lembra que a estrutura lógica dos conteúdos é um fator a ser levado em consideração na elaboração de um conteúdo programático. No segundo artigo isto é constatado ao se considerar que os temas referentes aos componentes eletrônicos são escolhidos e os temas dos equipamentos que os contém também o são. A ordem em que estes temas constam em Rashid (1999) estabelece a relação entre pré-requisitos.

As expectativas dos entrevistados se refletiram nos resultados dos métodos ELECTRE abordados neste trabalho. A análise das médias no primeiro artigo mostrou que os temas de maior importância para o mercado de trabalho (critério mais relevante no segundo artigo), Inversores e Proteção de Dispositivos e Circuitos eram importantes e essenciais para os decisores. Guglielmetti, Marins e Salomon (2003) afirma que o resultado apresentado por um método deve se confirmar pelas expectativas do decisor.

Pelos dois métodos ELECTRE aplicados neste trabalho foi perceptível a escolha dos professores para os mesmos três temas, o que indica a tendência para um consenso na especificação e priorização destes.

O conteúdo programático atual da disciplina Eletrônica Industrial é muito abrangente e os professores se limitam a ensinar apenas os temas com os quais tem mais afinidade ou até onde o tempo permitir. Os resultados mostram que uma mudança no conteúdo programático oferece objetividade, melhor organização docente e melhor qualidade de ensino aos alunos.

Os métodos multicritérios adotados no trabalho obtiveram êxito ao indicar o conteúdo programático adequado para lecionar a disciplina Eletrônica Industrial, de acordo com a seleção dos professores. O método de Borda foi útil para estabelecer uma ordenação dos temas de acordo com as avaliações, mesmo sem considerar os pesos dos critérios. Os métodos ELECTRE I e ELECTRE III realizaram a seleção de quatro dos treze temas para respeitar a restrição de carga horária. O método AHP, para definir os pesos dos critérios, se mostrou um bom aliado dos métodos ELECTRE.

A eleição dos temas: Introdução à Eletrônica de Potência, Tiristores, Transistores de Potência, Inversores e Proteção de Dispositivos e Circuitos, atenderam às expectativas do gestor em razão da priorização de critérios, em ordem decrescente: Importância para o Mercado de Trabalho, Pré-requisito, Importância Acadêmica, e Satisfação Discente.

O método ELECTRE III mostrou-se adequado para a seleção de conteúdo programático de disciplinas em função das características de não conter a limitação de seleção do ELECTRE I e considerar os pesos dos critérios não incorporados no método de Borda.

Porém, pela simplicidade de resolução e coerência dos resultados para este estudo de caso, o método de Borda foi o mais indicado para solucionar o problema de seleção de conteúdo programático e livro didático.

Portanto, o instituto pode rever a ementa de outras disciplinas por seguir a metodologia proposta neste trabalho: pesquisa de literatura, aplicação de questionário aos professores da disciplina e utilização do método de Borda como ferramenta de Auxílio Multicritério à Decisão. E essa metodologia pode ser reaplicada periodicamente para atualização do curso.

6: SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros podem-se enumerar:

- Realização de estudos de caso com outras disciplinas para avaliar de forma mais contundente a aplicação dos métodos multicritério na seleção de conteúdo programático.
- Pesquisa de mais critérios para a avaliação dos conteúdos. Isso é importante pois eleva o nível de detalhamento da avaliação, o que tende à resultados mais próximos do ideal.
- Aplicação de outros métodos de auxílio multicritério à decisão para comparação de resultados e determinação do método mais eficaz nessa área.
- Aplicar questionários de avaliação da satisfação dos professores com os conteúdos programáticos selecionados pelos métodos utilizados neste trabalho.

7: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU NETO, I.; et al. Percepção dos professores sobre o novo currículo de graduação da Faculdade de Medicina da UFG implantado em 2003. **Revista brasileira de Educação Médica**, Goiânia, v.30, n.3, p.154 – 160; out, 2006. Disponível em: < http://www.scielosp.org/pdf/rbem/v30n3/05.pdf>. Acessado em: 12 nov 2015.

AHMED, A. Eletrônica de potência. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

ALMEIDA, A. T. Multicriteria decision model for outsourcing contracts selection based on utility function and ELECTRE method. **Computers and Operations Research**, New York, v.34, n.2, p. 3569-3574, dez, 2007. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305054806000189 >. Acesso em: 12 nov 2015.

_____. O Conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão. 2 ed. Recife: EDUFPE, 2011.

ATHAWALE, V. M.; CHAKRABORTY, S. Decision making for material handling equipment selection using ELECTRE II method. **Journal of the Institution of Engineers**, Nova Deli - Índia, v.91, n. 18, p.9-17, mar, 2011.

BARROS, F. M. B.; FIÚZA, A. L. C.; BARRETO, M. L. M.; NETO, J. A. F. O currículo do curso técnico em agropecuária: subvertendo a concepção de grade curricular. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.37, n.2, p. 375-388, mai-ago. 2011.

BELLA, A.; DUCKSTEIN, L.; SZIDAROVSZKY, F. A multicriterion analysis of the water allocation conflict in the upper Rio Grande basin. **Applied Mathematics and Computation**, New York, V.77, n. 2-3, p.245-265, jul, 1996. Disponível em: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=236734. Acesso em: 12 nov 2015.

BEZERRA NETO, F.; GOMES, E. G.; OLIVEIRA, A. M. Produtividade biológica em sistemas consorciados de cenoura e alface avaliada através de indicadores agroeconômicos e métodos multicritério. **Revista Horticultura Brasileira**, São Paulo, **v.** 25, n.2, p.193-198, abr-jun, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n2/12.pdf>. Acesso em: 12 nov 2015.

BORGES, A. C. **O** ensino integrado e a formação para o mercado de trabalho. Disponível em: http://www.uel.br/grupo-estudo/gaes/pages/arquivos/ARTIGO%20ADRIANA%20BORGES%20-%20GT%2002.pdf. Acesso em: maio/2015.

BOUYSSOU, D.; MARCHANT, T. An axiomatic approach to no compensatory sorting methods in MCDM, II: more than two categories. **European Journal of Operational Research**, New York, v.178, n. 1, p. 246-276, jan, 2006. Disponível em: http://www.lamsade.dauphine.fr/~bouyssou/sortr.pdf>. Acesso em: 12 nov 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CEB nº4/1999**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb04_99.pdf>. Acesso em: 15 dez 2013.

CALAIS, S. L.; PACHECO E. M. C. Formação de psicólogos: análise curricular. **Psicologia Escolar e Educacional**, Maringá, v.5, n.1, p. 11-18, maio-ago, 2004. Disponível em: < http://www.scielo.br>. Acesso em: 12 nov 2015.

CATAPAN, A. H. Conteúdos escolares: simplificação ou construção do conceito. **Revista Perspectiva**, Florianópolis, n. 21, p. 119-141. 1994. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/.../10079/10295 >. Acesso em: 12 nov 2015.

CERTA, A.; ENEA, M.; LUPO, T. ELECTRE III to dynamically support the decision maker about the periodic replacements configurations for a multi-component system. **Decision Support Systems**, Palermo – Itália, v. 55, n.1, p. 126-134, abr, 2013. Disponível em:

http://www.researchgate.net/publication/257016142_ELECTRE_III_to_dynamically_support_the_decision_maker_about_the_periodic_replacements_configurations_for_a_multi-component_system >. Acesso em: 12 nov 2015.

CHATTERJEE, P.; ATHAWALE, V. M.; CHAKRABORTY, S. Selection of materials using compromise ranking and outranking methods. **Materials and Design**, New York, v.30, n.10, p.4043-4053, dez, 2009. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306909002234. Acesso em: 12 nov 2015.

_____Selection of industrial robots using compromise ranking and outranking methods. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, New York, v. 26, In.5, p. 483-489, out, 2010. Disponível em: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1809582 >. Acesso em: 12 nov 2015.

CHEN, N.; XU, Z.; XIA, M. The ELECTRE I multi-criteria decision-making method based on hesitant fuzzy sets. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, Pequim - China, v.14, n.3, maio, 2015. Disponível em: http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0219622014500187. Acesso em: 12 nov 2015.

COLSON, G. The OR's prize winner and the software ARGOS: how a multijudge and multicriteria ranking GDSS helps a jury to attribute a scientific award. **Computers & Operations Research**, New York, v. 27, p.741-755, 2000. Disponível em: < . Acesso em: 12 nov 2015.

COSTA, H. G. **Auxílio multicritério à decisão:** método AHP. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2006. 95 p.

_____. MANSUR, A. F. U.; FREITAS, A. L. P.; CARVALHO; R. A. ELECTRE TRI aplicado a avaliação da satisfação de consumidores. 2007. **Produção** 17 (2), pp. 230-245.

CRESPO, A. A. Estatística fácil. 17 ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

DOMINGUES, J. J; TOSCHI, N. S.; OLIVEIRA, J. F. A reforma do ensino médio: a nova formulação curricular e a realidade da escola pública. **Revista Educação & Sociedade**, Campinas, SP, v. 21, n. 70, p. 63-79, abr, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/es/v21n70/a05v2170.pdf >. Acesso em: 12 nov 2015.

ESPÍRITO SANTO, E. **Análise da mudança na matriz curricular do curso de comunicação social numa instituição de ensino superior**. Disponível em: http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2006/resumos/R0969-2.pdf>. Acesso em: 28 nov 2014.

FANCELLO, G.; CARTA, M.; FADDA, P. A decision support system based on Electre III for safety analysis in a suburban road network. In: MEETING OF THE EURO WORKING GROUP ON TRANSPORTATION, 17, 2014, 2-4 jul, Sevilha-Esp.

Proceeding... Sevilha-Esp: EWGT, 2015. P.1275-184. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235214651400266X >. Acesso em: 12 nov 2015.

FANGHUA, H., GUANCHUN, C. A Fuzzy Multi-criteria group decision-making model based on weighted borda scoring method for watershed ecological risk management: a case study of three gorges reservoir area of China. **Water Resource Manage**, Pequim, n.24, p.2139–2165, mar-nov, 2010. Disponível em: http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11269-009-9544-9 >. Acesso em: 12 nov 2015.

FERNANDES, P. T. Inovações curriculares: o ponto de vista de gestores de escolas do ensino básico em Portugal. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.27, n.01, p.181-210, abr. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/edur/v27n1/v27n1a09.pdf >. Acesso em: 12 nov 2015.

FERRACIOLI, L.; SAMPAIO, F.F. Informação, ciência, tecnologia e inovação curricular em cursos de licenciatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.8, n.1, p.83-88, 2001. Disponível em: < http://www.brie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2248 >. Acesso em: 12 nov 2015.

FIGUEIRA, J (org); GRECO, S (org); EHRGOTT, M. (org). Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys. New York: Springer, 2005.

FONSECA, V. J. D. Programação linear inteira e árvore de pré-requisitos para alocação e sequenciamento de conteúdos programáticos. 2012. 90 f Dissertação (Mestrado em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional) - Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes-RJ, 2012.

FONSECA, V. J. D; VIANNA, D. S. Heurística de alocação e sequenciamento de conteúdos programáticos para cursos profissionalizantes, utilizando árvores de prérequisitos. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18, 2011, 14-15 nov, Bauru-SP. **Anais...** Bauru-SP: SIMPEP, 2012.

FREITAS. A. L. P. PEIXOTO. F. A. SUETT, W. B. Seleção de equipamentos: uma análise decisória utilizando os métodos Electre III-IV.In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 36, 2004, 23-26 nov, São João Del Rei-MG. **Anais...** São João Del Rei, MG: SBPO, 2005. P.1010.

FRIGOTTO, G. (org); CIAVATTA, M. (org); RAMOS, M. (org). **Ensino médio integrado**: concepções e contradições. São Paulo: Cortez, 2005.

GOICOECHEA, A.; HANSEN, D.; DUCKSTEIN, L. **Multiobjective decision analysis with engeneering and bussiness applications.** London: John Wiley and Sons, 1982.

GOMES, C. F. S.; COSTA H. G. Abordagem estratégica para a seleção de sistemas ERP utilizando apoio multicritério à decisão. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v.13, n.3, p.1060-1088, jul.-set, 2013. Disponível em: < http://producaoonline.org.br/rpo >. Acesso em: 12 nov 2015.

GOMES JÚNIOR, S. F.; MELLO, J. C. C. B. S. Emprego de métodos ordinais multicritério na análise do campeonato mundial de fórmula 1. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 2007, 8-9 nov, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SPOLM, 2008.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisão em cenários complexos**: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. Rio de Janeiro: Thompson Learning, 2004.

_____. GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial**: o enfoque multicritério. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GORSEVSKI, P. V; et al.. A group-based spatial decision support system for wind farm sites election in Northwest Ohio. 2011. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Bowling Green State University, Ohio – US, 2011. Disponível em: https://etd.ohiolink.edu/ap/10?0::NO:10:P10_ACCESSION_NUM:bgsu1320431690. Acesso em: 12 nov 2015.

GUGLIELMETTI, F. R.; MARINS, F. A. S.; SALOMON, V. A. P. Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 35, 2003, 8-9 nov, Natal-RS. **Anais...** Natal-RS: SBPO, 2004.

HART, D. W. **Eletrônica de potência**: análise e projetos de circuitos. São Paulo: McGraw-Hill, 2012.

KANGAS, A., KANGAS, J; LAUKKANEN, S. Social choice theory and its applications in sustainable forest managemen: a review. **Forest Policy and Economics,** New York, v.9, n.1, p.77-92, nov, 2006. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934105000481 >. Acesso em: 12 nov 2015.

_____; _____, VAINIKAINEN, N. Empirical study on voting power in participatory forest planning. **Journal of Environmental Management**, New York, v.88, n.1, p.173-180, jul, 2008. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479707000746. Acesso em: 12 nov 2015.

LIKERT, R. A. Technique for measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, New York, v.22, n. 1, p. 5-55, jul, 1933. Disponível em: http://www.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf >. Acesso em: 12 nov 2015.

LOPES, M. I. Como selecionar conteúdos de ensino. Revista De Magistro de **Filosofia**, Goiânia, v.5, n. 9, p.30-43, jul-dez, 2012. Disponível em: http://catolicadeanapolis.edu.br/revmagistro/wp-content/uploads/2013/05/COMO-SELECIONAR-CONTE%C3%9ADOS-DE-ENSINO.pdf - Acesso em: 12 nov 2015.

MELLO, J. C. C. B. S; et al. A. Avaliação do tamanho de aeroportos portugueses com relações multicritério de superação. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v.25, n.3, p. 313- 330, set-dez, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-74382005000300002. Acesso em: 12 nov 2015.

MENDONÇA, F. M. D.; INFANTE, C. E. D. C.; VALLE, R. A. B. D. Aplicação do método ELECTRE III na avaliação de desempenho de redes de empresas produtoras de artesanato: o caso da região de Minas Gerais. **Revista Symposium**, Lavras, ed.16, v. 8, n. 2, p. 65-81, jul-dez, 2010. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/260209767_Aplicao_do_mtodo_electre_III_artesanato_Minas. Acesso em: 12 nov 2015.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

MOTA, C. M. M.; ALMEIDA, A. T. Método multicritério ELECTRE IV-H para priorização de atividades em projetos. **Revista Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p.248-269, maio – ago, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-74382007000200004&script=sci_arttext. Acesso em: 12 nov 2015.

NEPOMUCENO, L. D. D. O., COSTA, H. G., SHIMODA, E. Impacto do mestrado profissional no desempenho dos seus egressos: intercomparação entre as percepções de discentes, docentes, coordenadores e empresa. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 817-828, 2010. Disponível em: <a href="http://www.researchgate.net/publication/267331438_Impacto_do_mestrado_profissional_no_desempenho_dos_seus_egressos_intercomparao_entre_as_percepes_de_d

iscentes_docentes_coordenadores_e_empresa_intercomparison_of_perceptions_of _students_faculty_members_coordinators_and_companies_involved >. Acesso em: 12 nov 2015.

PACHECO, E. Perspectivas da educação profissional técnica de nível médio: proposta de diretrizes curriculares nacionais. São Paulo: Moderna, 2012

PEREIRA E. R; et al. Estudo preliminar do emprego de métodos multicritério da família ELECTRE na avaliação de pilotos no campeonato de Fórmula 1. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção,** V. 7 n. 10, dez. 2007. Disponível em: <www.producao.uff.br/conteudo/rpep/.../RelPesq_V7_2007_10.doc>. Acesso em: 12 nov 2015.

PILATTI, L. A.; PEDROSO, B.; GUTIERREZ, G. L. Propriedades psicométricas de instrumentos de avaliação: um debate necessário. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia (RBECT)**, Ponta Grossa, v. 3, n. 1, p. 81-91, 2010. Disponível em: http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/rbect. Acessado em 03 de setembro de 2014.

RAJU, K. S.; PILLAI, C. R. S. Multicriterion decision making in river basin planning and development. **European Journal of Operational Research**, New York, v. 112, n.2, p.249-257, jan, 1999. Disponível em: http://www.ingentaconnect.com/content/els/03772217/1999/00000112/00000002/art 00006>. Acesso em: 12 nov 2015.

RAMOS, M. N. A educação profissional pela pedagogia das competências e a superfície dos documentos oficiais. **Revista Educação e Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 80, p. 401-422, set, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/revistas/es/paboutj.htm >. Acesso em: 12 nov 2015.

RASHID, M. H. **Eletrônica de potência**: circuitos, dispositivos e aplicações. São Paulo: Makron Books, 1999.

RODRIGUEZ, D. S. S.; COSTA, H. G.; CARMO, L. F. R. R. S. Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: mapeamento da produção em periódicos publicados no brasil. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 134-146, jan-mar, 2013. Disponível em: <

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013000100010>. Acesso em: 12 nov 2015.

ROY, B. ELECTRE III: Algorithme de Classement Base Sur Une Représentation Floue des Préférences en Présence des Critères Multiples. **Cahiers du CERO**, v. 20,

- n. 1, p. 3-24. 1978. Disponível em: < http://www.worldcat.org/ >. Acesso em: 12 nov 2015.

 ______. Methodologie multicritere d'aide a la decision. Paris: Economica, 1985.

 _____. Multicriteria methodology for decision aiding. Netherlands, : Kluwer Academic Plublishers, 1996.

 _____; BOUYSSOU, D. Aide multicritère à la décision: méthodes et cas. Paris: Econômica, 1993.
- SAATY, T. L. **Analytical hierarchy process:** planning, priority setting, resource allocation. New York: McGraw-Hill, 1980.
- SALIÉS, I. A. **Seleção de conteúdos**: um pressuposto necessário nas discussões do Currículo de Ensino. Disponível em: http://www.webartigos.com/artigos/selecao-de-conteudos-um-pressuposto-necessario-nas-discussoes-do-curriculo-de-ensino/40985/. Acesso em: 12 set 2015.
- SIMÓN, R. S.; RUIZ-TAGLE, A. A. Un modelo para la gestión de una escuela universitaria orientada a la formación basada en competencias. **Cuadernos de Administración**, Bogóta, Colômbia, v.22, n.39, p. 287-305, jul-dez, 2009. Disponível em: < http://www.redalyc.org/pdf/205/20511993013.pdf >. Acesso em: 12 nov 2015.
- SIQUEIRA, G. B. A., FILHO A. T. D. A. Aplicação do método ELECTRE I para seleção de ideias de inovação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 43, 2011, 15-18 ago, Ubatuba-SP. **Anais...** Ubatuba-SP: SBPO, 2012. p.3322-3332. Disponível em: http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2011/pdf/88080.pdf >. Acesso em: 12 nov 2015.
- SILVA, M. E. T. D. Proposta metodológica para revisão ou construção de grades curriculares compatíveis com a formação profissional para o mercado e para o desenvolvimento regional. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.1, n.1, p. 33-40, jan mar. 2003. Disponível em: http://www.latindex.org/buscador/ficRev.html?folio=19259>. Acesso em: 12 nov 2015.
- SRDJEVIC, Z., SRDJEVIC, B. Introducing the Social participation concept in water management in serbia, and related decision-making issues, **Water Resources**, 2013, V. 40, N. 4, p. 469–475, 2013. Disponível em:

http://link.springer.com/article/10.1134%2FS009780781304012X >. Acesso em: 12 nov 2015.

TELES, F. SILVA, R. M. Avaliação da satisfação dos usuários de sistemas ERP nas médias empresas de confecção do vestuário de Fortaleza. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v.14, n. 2, p. 533-559, abr-jun, 2014. Disponível em: < http://producaoonline.org.br/rpo >. Acesso em: 12 nov 2015.

WILSON, F. R; PAN, W.; SCHUMSKY, D. A. Recalculation of the critical values for Lawshe's content validity ratio: measurement and evaluation in counseling and Development. **Sage Journals**, New York, v.45, n.3, p.197-210, 2012. Disponível em: < http://mec.sagepub.com/content/45/3/197.abstract >. Acesso em: 12 nov 2015.

ZARGHAMI, M. Soft computing of the Borda count by fuzzy linguistic quantifiers. **Applied Soft Computing**, Boston-US, n. 1,1p.1067–1073, 2011. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/222709086_Soft_computing_of_the_Borda_count_by_fuzzy_linguistic_quantifiers >. Acesso em: 12 nov 2015.

ZOPOUNIDIS, C.; DIMITRAS, A. I. **Multicriteria decision aid methods for the prediction of business failure**. Flórida –US: Springer Science+Business Media Dordrecht, 1998.

APÊNDICE A: IMPORTÂNCIA ACADÊMICA: RELEVÂNCIA DO TÓPICO NA FORMAÇÃO DO ALUNO.

QUESTIONÁRIO



CANDIDO MENDES

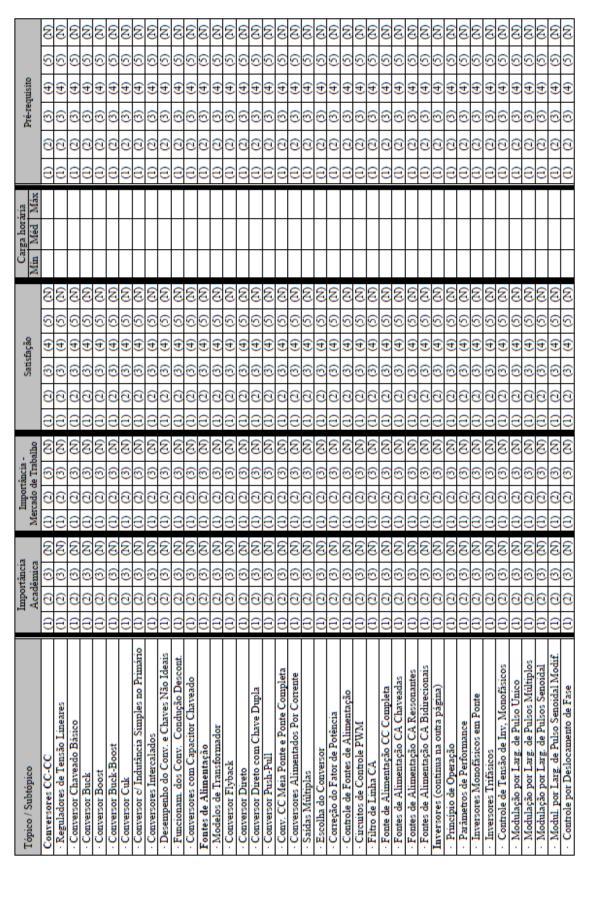
Importância Acadêmica: Relevância do tópico na formação do aluno (1-Não importante; 2- importante; 3- essencial; N- não sei prefuo não opinar)
Importância para o Mercado de trabalho: Grau de importância do tópico para o futuro evercicio profissional (1-Não importante; 2- importante; mas não essencial; 3- essencial; N- não sei prefuo não opinar)
Satisfação: Grau de satisfação dos alunos percebido pelos docentes quanto ao item (1- muito baixa; 3- média; 4- alta; 5- muito alta; N- não sei prefuo não opinar)
Carga horária: Carga horária a ser destinada ao conteúdo (múnimo, médio, máximo, em horas-aula)
Pre-requisito: Nivel de importância do conteúdo como prê-requisito para outros conteúdos dentro da disciplina (1- muito baixa; 3- baixa; 3- média; 4- alta; 5- muito alta; N- não sei/prefuo não opinar)

Toming / Substance		Importância	ância		Im	Importância -	ia -			Casic	Catholican			Carga	Carga horária			Deci	Drá sacanicies			
topico / suoropico		Acadê	cadêmica		Merca	Mercado de Trabalho	rabalho			callec	na fan		~	Min M	Méd Máx	áx		1	eminat.			
Introdução à Eletrônica de Potência	Э	ව	(3)	E	0	(3)	Z	€	3	(3)	4	(3)	Z			_	3	3	(4)	(S	2	6
 Aplicações da Eletrônica de Potência 	Ξ	(3)	(3)	Z	(1)	2) (3)	(N)	Ξ	(2)	(3)	(4)	(S) (C)	Z)	1) (2	(3)) (4)	(5)	(S)	6
História da Eletrônica de Potência	Θ	(2)	(3)	Z	(1)	2) (3)	2	€	(2)	(3)	(4)	(5)	E)	1) (2)	(3)	(4)	(5)	N)	6
 Classificação dos Conversores 	(1)	(2)	(3)	Z	(1)	2) (3)	(N)	Ξ	(2)	(8)	(4)) (s)	Z)	1) (2)	(3)	(4)	(5)	(N)	0
Conceitos de Eletrônica de Potência	Θ	(2)	(3)	Z	(1)	2) (3)	(S	€	(2)	(3)	(4)	(5)	Z)	1) (2)	(3)	(4)	(5)	(N	6
· Chaves Eletrôn. (Diodo, Tinistores e Transistor)	(1)	(3)	(3)	E	(1)	2) (3)	(S)	Ξ	(2)	(3)	(4)	(5) (0	Z)	1) (2	(3)) (4)	(5	N	0
Cálculos de Potência	Э	3	(3)	E	(I)	(3)	2	€	3	(3)	(4)	(3)	Z			_	1) (2)	(3)	(4)	(5)	Z	
· Potência e Energia	Ξ	(2)	(3)	Z	(1)	(2) (3)	2 (€	(2)	(3)	(4)	(5) (1	2			Ŭ	1) (2)	(3)	(4)	(5)	(S)	6
· Indutores e Capacitores	0	(2)	(3)	E	(1)	(2) (3)	(S	Ξ	(2)	(3)	(4)	(5) (0	2)	1) (2)	(3)	(4)	(2)	(M)	0
· Recuperação de Energia	Θ	ව	(3)	Z	(I)	(2)	2	€	3	(3)	(4)	0	Z			Ŭ	0)	3	(4)	(S	Z	
· Valores Eficazes: Rms	€	3	3	Z	(I)	(2) (3)		€	3	(3)	((5)	E			J	0		(4)	(5)	3	6
Potência Aparente e Fator de Potência	Э	3	(3)	E	(I)	(3)	2	€	3	(3)	(4)	(3)	2			_	1) (2)	(3)	(4)	(5)	Z	
· Cálculos da Potência p/ Circuitos CA Senoidais	0	(2)	(3)	E	(1)	(3)	8	Ξ	(3)	(3)	(4)	(5) (1	Z)	1) (2)	(3)	(4)	(5)	(N)	0
 Cálculos de Potência p/ Onda Não Senoidal 	Ξ	3	(3)	Z	(1)	(3)	(N)	Ξ	(2)	(3)	(4)) (s)	Z)	1) (2)	(3)	(4)	(5)	(E)	0
Diodos Semicondutores de Potência	0	3	(3)	E	(1)	(3)	(S)	€	(2)	(3)	(4)	(5)	Z)	1) (2)	(3)	(4)	(5)	2	6
· Curvas Características do Diodo	0	(2)	(3)	E	(1)	2) (3)	(S	Ξ	(2)	(3)	(4)	(5) (1	Z)	1) (2)	(3)	(4)	(5)	(M)	0
 Curvas Características da Recuperação Reversa 	Э	3	(3)	E	(I)	2) (3)	2	€	3	(3)	(4)	(3)	Z)	1) (2)	(3)	(4)	(5)	(A)	
· Perdas no Diodo	Ξ	3	(3)	Z	(1)	2) (3)	3	€	3	(3)	(4)	(3)	Z			Ŭ	1) (2)		(4)	(5	S.	6
· Proteção do Diodo	€	ව	3	Z	<u> </u>	3		≘	ପ	3	(+	0	Z			_	0		Ð	<u>©</u>	<u>S</u>	
· Teste de um Diodo	0	3	(3)	E	(1)	2) (3)	2	≘	(2)	(3)	(4)	(5) (1	Z)	1) (2)	_	(4)	(5)	(S	6
· Tipos de Diodo de Potência	€	3	(3)	E) (1)	2) (3)	_	€	ව	(3)	((5)	Z			Ŭ	0	_	(4)	(5)	S.	0
 Efeitos dos Tempos de Recup. Direta e Reversa 	Θ	ව	(3)	Z	(I)	2)	_	€	3	(3)	(4)	0	Z			Ŭ	0	_	_	_	S	
 Diodos Conectados em Séne 	0	3	(3)	E	(E)	2) (3)	2	€	3	(3)	(4)	(5)	Z			_	1) (2)	(3)	(4)	(5)	E	6
· Diodos Conectados em Paralelo	Ξ	3	(3)	E	(I)	(3)	2	€	3	(3)	(4)	(5)	Z			Ö	1) (2)	(3)	(4)	(5)	(S	
Transistores de Potência	€	3	(3)	E) (1)			€	ව	(3)	(+)		Z			_	0	-	Ð		_	6
·BJT	0	ව	9	Z	<u>∵</u>	\dashv	\dashv	≘	ପ	3	5		Z			Ŭ	(C	\dashv	\dashv	\dashv	Z	
· MOSFET	€	ව	3	Z) E	(3)		€	2	(3)	(<u>ල</u>	E			_	<u>0</u>	\dashv	⊕ ⊕	<u>ල</u>	E	0
· IGBT	€	ව	3	Z	<u>⊖</u>	(3)	€ ○	€	ପ	3		<u>ල</u>	E			_	G G	<u>ල</u>	⊕ ⊕	<u>ଚ</u>	E C	0
·UJT	€	3	(3)	Z	<u> </u>	(2) (3)	2	≘	3	(3)	(4)	(5)	Z			Ŭ	0	3	Ð	(5)	E	6
Retificadores Não-Controlados	€	ව	3	E	(i)	(3)		€	3	(3)	(4)	(3)	Z			Ŭ	0		\dashv	_		6
· Diodos com Carga RC, RL, LC e RLC	€	ව	3	Z	<u> </u>	(3)		≘	ପ	3	(+	0	2			_	3	<u>@</u>	Ð	<u>©</u>		_
· Retif. Não-Controlado de Meia Onda c/ Carga R.	€	3	(3)	Z) (1)	3	_	€	ව	(3)	(4)	(5)	Z			_	0	3	Ð	(5)	_	6
· Retif. Não-Control. de Meia Onda c/ Carga RL	€	ව	3	Z	<u> </u>	3		≘	ପ	3	_	(S)	Z			_	U (2)	<u>ල</u>	Ð	(5)	\ <u>2</u>	_
 Retif. Não-Control. de Onda Compl. Carga R 	€	ව	3	Z) (1)	2 (3)	_	€	3	(3)	(†	(3)	Z			Ŭ	0	3	(4	(5	S (6
· Retif. Não-Control. de Onda Compl. Carga RL	€	ව	3	E	<u>е</u>	3		€	ପ	3		<u>ල</u>	દ	+	+	_	(S)	3	⊕ ⊕	()	2	
· Conversores Semicontrolados Trifásicos	€	ව	<u>®</u>	Z	<u> </u>	3 3	2	€	8	3	€	<u>0</u>	S	\dashv	\dashv	_	2	<u></u>	⊕ ⊕	0	2	6



	I	Importância	ância		Import	Importância - Mercado	Merca	io						Car	Carga horária	ránia						
1 opico / suotopico	V	Acadêmica	mica		Ď.	de Trabalho	odl			Sar	sansiação			Min	Méd	Máx			Pre-requismo	puisito		
Tiristores	(1)	(2)	(3)	Z	(1)	(2)	(3) (N)	D (F	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	E
· Características dos Tiristores	(1)	(2)	(3)	Z	(1)	2) (3	3) (N)	0	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Θ	(2)	(3)	(4)	(5)	E
· Modelo com Dois Transistores de um Tiristor	0	3	(3)	E	Ξ	2)	(3) (N)	0	0	(3)	(4)	(5)	Z				Θ	(2)	(3)	(4)	(5)	E
· Disparo de um Tinistor	(1)	(2)	(3)	Z	(1)	2) (3	(3) (N)	0	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Ξ	(2)	(3)	(4)	(5)	E
 Proteção Contra di/dt 	0	(2)	(3)	Z	(1)	2) (3	3) (0	(N)	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Θ	(2)	(3)	(4)	(5)	E
 Proteção Contra dv/dt 	Ξ	3	(3)	Z	Ξ	2) (2	3) (6	2	0	3	4	(5)	Z				Э	(2)	(3)	(4)	(5)	E
· Desligamento do Türistor	0	3	(3)	E	0	3	(3) (N)	<u> </u>	(2)	3	((5)	Z				Э	(2)	(3)	(4)	(5)	E
· Tipos de Türistores	0	62	(3)	E	(E)	3	(3) (M)	<u> </u>	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Θ	(2)	(3)	(4)	(5)	E
· Tiristores de Controle de Fase	(1)	3	(3)	Z	(I)	2) (2	3) (0	C)	0	3	4	(5)	Z				Ξ	3	(3)	(4)	(5)	E
· Tiristores de Chaveamento Rápido	(1)	(2)	(3)	8	(1)	2) (3	(3)	(N)	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				0	(2)	(3)	(4)	(5)	E
· Tiristores de Desligamento por Gatilho GTO	0	(2)	(3)	8	Ξ	(2)	(3) (N)	0	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Ξ	(2)	(3)	(4)	(5)	S
· Tiristores Tríodos Bidirecionais	(1)	(2)	(3)	8	(1)	(2)	(3) (N)	0	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Ξ	(2)	(3)	(4)	(5)	E
 Tiristores de Condução Reversa 	(1)	(2)	(3)	E	(1)	2) (3	(3) (0	(N)	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	E
· Tiristores de Indução Estática	Θ	(2)	(3)	8	(1)	2) (3	(S) (N)	0	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Θ	(2)	(3)	(4)	(5)	8
· SCR Ativado por Luz	(1)	(2)	(3)	8	(1)	(2)	(3) (M)	C)	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Ξ	(2)	(3)	(4)	(5)	E
· Tiristores Controlados por FET	(1)	(2)	(3)	8	(1)	(2)	(3) (N)	9	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Ξ	(2)	(3)	(4)	(5)	E
 Tiristores Controlados por MOS 	(1)	3	(3)	Z	(I)	2) (2	3) (0	C)	0	3	4	(5)	Z				Ξ	3	(3)	(4)	(5)	E
 Operação em Série de Turistores 	Θ	<u></u>	3	Z	Θ	3	3	0	0	9	5	(5)	Z				Θ	3	3	(<u>(S</u>	Z
 Operação em Paralelo de Tinistores 	Ξ	3	(3)	E	Ξ	(2)	(3) (N)	5	(2)	3	4	(5)	Z				Э	(2)	(3)	(4	(5)	E
· Circuitos de Disparo de Tinistores	0	<u>0</u>	3	E	Ξ	3	(3) (N)	C S	0	3	4	(5)	Z				Э	(2)	3	(4	(S)	E
Retificadores Controlados	Ξ	3	3	Z	Ξ	2) (2	3)	S S	0	3	•	(5)	Z				Ξ	3	3	(4)	(5)	E
Princípio de Oper Conv. Fase Controlada	Θ	(2)	(3)	8	(1)	2) (3	(S) (N)	0	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Θ	(2)	(3)	(4)	(5)	8
· Retif. Controlado de Meia Onda c/ Carga R	0	(2)	(3)	8	(1)	(2)	(3) (N)	(S	(2)	(3)	(4)	(5)	Z				Ξ	(2)	(3)	(4)	(5)	E
· Retif. Controlado de Meia Onda c/ Carga RL	Ξ	3	3	E	0	3	(3) (N)	C S	(C)	3	_	(5)	Z				Э	(2)	(3)	((S)	E
· Retif. Control. de Onda Completa Carga R	0	ପ	3	E	Ξ	3	(S)	S	ପ	3	5	(S)	Z				Э	3	3	((S)	E
 Retif. Control. de Onda Completa Carga RL 	Ξ	ପ	\dashv	Z	Θ	_	3	S S	ପ	3	•	(S)	Z				Э	3	3	0	(S)	E
· Conversores Duais Monofásicos	0	ପ	3	E	<u>е</u>	ව ල	3	S S	ପ	ල	5	<u>(S</u>	Z				Э	3	3	5	9	E
· Conversores Trifásicos Controlados	0	<u>0</u>	3	E	Ξ	3	(3) (A)	C S	©	3	4	(5)	Z				Э	(2)	3	(4	(S)	E
· Conversores Duais Trifasicos	Ξ	62	(3)	E	Ξ	2)	(3) (N)	<u> </u>	(2)	3	4	(5)	Z				Э	(2)	(3)	(4)	(5)	E
 Melhoria do FP - Controlar Ang. de Extinção 	0	2	3	Z	0	2	3	S S	ପ	ම	1	<u>(S</u>	Z				Э	3	3	_	<u>(S</u>	E
 Melhoria do FP - Controle Simétrico do Ang. 	0	ପ	3	Z	0	3	3	C S	ଡ	9	5	<u>©</u>	Z				Э	3	3	(<u>©</u>	Z
· Melhoria do FP por Controle PWM	0	ପ	3	Z	0	3	3 3	C S	<u>ଅ</u>	ල	5	<u>©</u>	Z				Э	3	3	_	<u>©</u>	Z
· Projetos de Circuitos Conversores	0	ପ	3	Z	0	3	2 3	C S	<u>ଅ</u>	ල	5	<u>(S</u>	Z				Э	3	3	_	9	E
· Efeitos das Indutâncias da Carga e da Fonte	0	\dashv	\dashv	E	Ξ	ر 2	S 3	S	ପ	ල	€	<u>©</u>	Z				Э	3	3	5	S	E
· Circuitos de Disparo	3	ପ	3	Z	<u>⊖</u>	2	3	Z	<u>ଚ</u>	ව	5	ତ	Z				Э	3	3	5	<u>©</u>	E









Tópico / Subtópico	ıΙ Δ	Importânci	icia	~	Importância - Mercado de Trabalho	Importância	- hallho			Satisfação	ção		لاؤ ت	arga hor	Carga horária in Mád Más	, a		Pré-re	Pré-requisito		
	•		4					ŀ	ŀ	ŀ	ŀ	-		-	-	1	-	ŀ			
Inversores (confinuação)	1	-	-		-		I	-	-	-	-	-		-	-		-	1	-	1	1
· Controle de Tensão de Inv. Trifásicos	0	(2)		o E	(2)	(3)	E	Ξ	6	(S)	(4)	(S) (N)				(T)	6	(3)	((<u>s</u>)	E
· Técnicas Avançadas de Modulação	(T)	(2)	_	2	0	3	E	Θ	3	3	(+)	S) (N)				1	0	3		(2)	E
· Redução de Harmônicos	(1)	(2) (3)	0 (()	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4)	(N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(<u>s</u>)	Ø
· Inv. Tinistorizados de Comutação Forçada	(1)	(2) (3)	0 (()	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4) (5	(N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(<u>s</u>)	(N
· Inversores do tipo Fonte de Corrente	(1)	(2) (3)	0 ((S	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4) (5	(S) (N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(S)	Q
· Inversores com Interligação CC Vanável	(1)	(2) (3)	0 (9	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4)	(N) (S)				(1)	(2)	(3)	(4)	(<u>s</u>)	Q
· Projeto de Circuitos Inversores	(1)	(2) (3)	_	2	(2)	3	E	(1)	3	3	(4)	8 N				(1)	0	3	((2)	E
Conversores Ressonantes	(1)	(2) (3)	0 (3	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4) (5	5) (N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(S)	E
· Chaveamento com Corrente Zero	Θ	(2) (3)	_	S	0	(3)	E	(1)	3	3	(4) (3	(S) (N)				Ξ	3	3	((5)	E
· Chaveamento com Tensão Zero	(1)	(2) (3)		S S	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4) (5)	(N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(S)	Q
· Inversor Ressonante Séne	(1)	(2) (3)	0 (9	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4)	(N) (S)				(1)	(2)	(3)	(4)	(<u>s</u>)	Q
· Conversor CC-CC Ressonante Série	(E)	(2) (3)	0	9	(2)	3	E	(1)	3	3	(4)	S) (N)				(T)	0	3	((2)	E
· Conversor CC-CC Ressonante Paralelo	(1)	(2) (3)	0 (3	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4)	(N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Ø
· Conversor CC-CC Ressonan. Serie-Paralelo	(1)	(3)	0 ((S	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(+)	(N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(<u>s</u>)	(N)
· Comparação de Conversor Ressonante	(1)	(2) (3)	0 ((S	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4)	(S) (N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(S)	S
· Conversor Ressonante com Ligação CC	Θ	(2) (3)	0	9	(2)	(3)	E	0	3	3	(4)	3) (N)				Ξ	0	3	((<u>s</u>)	S
Chaves Estáticas	Ξ	(2) (3)	0 (<u>د</u>	(2)	(3)	E	(1)	(2)	3	(4) (3	S) (N)				Ξ	0	(3)	(4)	(S)	E
· Comparação - Senucondutoras e Mecâmcas	(1)	(2) (3)	0 (0	3	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4) (3	(S) (N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(S)	E
· Chaves Estáticas AC	(1)	(2) (3)		(S	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4) (;	(S) (N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(S)	(N)
· Chaves Estáticas Trifásicas	(E)	(2) (3)	0 (S	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4) (3	N) (K)				(1)	(2)	(3)	(4)	(<u>s</u>)	S)
· Chaves Hibridas	(1)	(2) (3)	0 (9	(2)	(3)	E	(1)	6	(3)	(4)	(N) (S)			Н	(1)	(2)	3	4	(S)	E
 Relé de Estado Sólido (SSR) 	Θ	(2)	0	5	0	3	E	(E)	3	<u>ල</u>	(4)	S S				Ξ	<u> </u>	ල	((2)	E
· Controle Estático c/ Mudança de Terminal	(1)	(2) (3)	0 (3	(2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(+)	5) (N)				(1)	(2)	(3)	(4)	(S)	E
· Controlador estático VAR (SVC)	Θ	(2) (3)	0	3	0	(3)	E	(1)	3	3	(4) (3	5) (N)				Ξ	6	3	((5)	S
Proteção de Dispositivos e Circuitos	Ξ	(2)	0	9	0	3	E	Ξ	3	3	()	⊗ §				Ξ	©	ල	((2)	E
· Circuit. de Acionamento c/ Mosfet e IGBT	Θ	(3)	_	S	3	3	E	Θ	ව	<u>ල</u>	(+)	3 (N	_			Ξ	ල ල	3	•	Ø	E
· Circuitos de Acionamento c/ BJT	Θ	(2)	_	S	0	3	E	Ξ	ව	<u>ල</u>	(4)	S B				Ξ	<u> </u>	ල	((2)	E
· Circuitos de Acionamento c/ Tiristor	Θ	(2) (3)		S	0	3	E	(1)	3	3	(4)	(S) (N)				(T)	0	3	((2)	E
· Circuitos Snubber com Transistor	Θ	(2) (3)		S S) (2)	(3)	E	(1)	(2)	(3)	(4) (3	(S)				Ξ	6	3	((5)	S
· Recuperação de Energia c/ Snubber	0	(2)	0	S	(2)	(3)	E	€	(2)	3	(+)	S) (N)		Н		Ξ	(2)	(3)	(4)	(<u>s</u>)	E
· Circuitos Snubber para Tiristor	Θ	3	0	9	0	ල	Z	Ξ	ව	<u>ල</u>	()	S		_	\dashv	Ξ	ପ	3	€	9	E
Dissipadores de Calor Condução Termica	<u> </u>	(2) (3)	0	9	3	3	S	Ξ	ପ	<u>ල</u>	(4)	(S)		Щ		Ξ	<u>8</u>	ල	4	(S)	E
										l											