

UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES – UCAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Roberta Matta de Araújo

AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO ENSINO DE FÍSICA NA FORMAÇÃO E NO
EXERCÍCIO DA PROFISSÃO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ
Maio de 2015

UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES – UCAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Roberta Matta de Araújo

AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO ENSINO DE FÍSICA NA FORMAÇÃO E NO
EXERCÍCIO DA PROFISSÃO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em
Engenharia de Produção da Universidade Candido Mendes –
Campos/RJ, para obtenção do grau de MESTRE EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Orientador: Prof. Eduardo Shimoda, D.Sc.

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ
Maio de 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

A663a Araújo, Roberta Matta de.

Avaliação da importância do ensino de física na formação e no exercício da profissão do engenheiro de produção/ Roberta Matta de Araújo. – 2016.
140 f.; il.

Orientador: Eduardo Shimoda.

Coorientador: Henrique Rego Monteiro da Hora

Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção– Universidade Candido Mendes – Campos. Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.

Bibliografia: f. 106 - 114.

1. Ensino Superior – avaliação – física (estudo e ensino). 2. Física (estudo e ensino) _ Engenharia de Produção. 3. Engenharia de Produção – formação profissional. Universidade Candido Mendes – Campos. II. Título.

CDU: 378:46.2:658.5-052:53

ROBERTA MATTA DE ARAÚJO

AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO ENSINO DE FÍSICA NA FORMAÇÃO E NO
EXERCÍCIO DA PROFISSÃO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em
Engenharia de Produção da Universidade Candido Mendes –
Campos/RJ, para obtenção do grau de MESTRE EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada em 15 de maio de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Eduardo Shimoda, DSc. – Orientador
Universidade Candido Mendes.

Prof. Henrique Rego Monteiro da Hora, DSc. – Coorientador
Instituto Federal Fluminense

Prof. Aldo Shimoya, DSc.
Universidade Candido Mendes.

Prof^a. Cassiana Barreto Higyno, DSc.
Instituto Federal Fluminense

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ
2015

Dedico esta dissertação ao meu marido, com amor e gratidão por sua compreensão e apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho e aos meus filhos que sentiram minha ausência durante esta árdua etapa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por iluminar minha caminhada.

Ao Prof. Henrique R. Monteiro da Hora, amigo e co-orientador, por todo estímulo, confiança e disponibilidade ao longo da elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Eduardo Shimoda pela orientação deste trabalho.

A Laryssa, que durante esses dois anos dividiu comigo todas as alegrias e todas as angústias, das disciplinas cursadas até a confecção desta dissertação.

Ao Instituto Federal Fluminense pelo incentivo à capacitação.

Aos meus amigos e familiares que me ajudaram e me incentivaram no decorrer dos estudos.

A todos os Professores do programa pelos conhecimentos transmitidos.

Se cheguei até aqui foi porque me apoiei
sobre os ombros de gigantes”

Isaac Newton

RESUMO

AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO ENSINO DE FÍSICA NA FORMAÇÃO E NO EXERCÍCIO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

Atualmente, existe no mercado, uma grande demanda por profissionais da Engenharia de Produção, contudo, o número de concluintes por ano nesta área, está muito aquém do número de ingressantes. Um dos fatores que causa essa desproporção é a alta taxa de retenção e evasão dos alunos devido ao baixo desempenho nas disciplinas do ciclo básico do curso, como por exemplo, a física. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo identificar os conteúdos de física considerados essenciais sob a percepção de docentes de física do curso de Engenharia de Produção do município de Campos dos Goytacazes a partir de aplicação de questionários e verificar quais conteúdos são necessários ao exercício da profissão através de uma mineração de texto em provas de concursos públicos para o cargo. A pesquisa mostrou que, segundo os professores respondentes, poucos são os conteúdos de física considerados essenciais para a formação de um engenheiro de produção e a partir da mineração de texto, foi possível concluir que poucos são os conteúdos de física cobrados em provas de concursos públicos para o referido cargo, o que difere das provas para os cargos de Engenheiro Civil e Mecânico. Sendo assim, é sugerida uma discussão sobre o currículo relacionado ao ensino de física para este curso especificamente.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de física. Engenharia de Produção. Conteúdos essenciais. Questionário.

ABSTRACT

IMPORTANCE EVALUATION OF PHYSICS EDUCATION IN THE PRODUCTION ENGINEER TRAINING AND PROFESSIONAL PRACTICE

Currently there has been a great demand for professionals in Production Engineering in the market. Nevertheless, the number of graduates per year in this area lags far behind the number of entrants. One of the factors causing this disparity is the high rate of retention and dropout of students due to poor performance in the subjects of the basic cycle of the course, such as Physics. In this context, the main of this research is to identify the Physics content considered essential in the perception of the professors of Physics at a Production Engineering Faculty in the city of Campos dos Goytacazes through the use of questionnaires and text mining in public tests for the position to check what content is needed to follow the career. Research has shown that, according to the respondent professors, there are few Physics content considered essential for the formation of a Production Engineer. Therefore, this research suggests a discussion of the curriculum related to the teaching of Physics for this course specifically.

KEYWORDS: Teaching of Physics. Production Engineering. Essential contentes. Questionnaire.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Crescimento do número de cursos de engenharia no Brasil.	29
Figura 2:	As dimensões da competência	33
Figura 3:	Número de engenheiros a cada 10 mil habitantes, segundo países, ano 2010.	40
Figura 4:	Relação entre o percentual do número de ingressantes e concluintes de 2013.	43
Figura 5:	Foco de atenções no mundo industrial: linha do tempo.	45
Figura 6:	Evolução do número de cursos de engenharia de produção no Brasil.	47
Figura 7:	Áreas de concentração dos cursos de Administração de Empresas, Engenharias e demais cursos técnicos.	50
Figura 8:	Adesão dos docentes de Física da Engenharia de Produção à pesquisa.	67
Figura 9:	Proporção entre as categorias administrativas.	67
Figura 10:	Proporção entre as Instituições de Ensino Superior ao qual os pesquisados concentram maior carga horária.	68
Figura 11:	Volumes da coleção Fundamentos da Física ministrados pelos professores pesquisados.	69
Figura 12:	Graduação dos professores pesquisado.	69
Figura 13:	Titulação máxima do professores pesquisados.	70
Figura 14:	A essencialidade dos conteúdos referentes aos “Conhecimentos básicos e fundamentais” na ótica dos professores.	73
Figura 15:	A essencialidade dos conteúdos referentes ao “O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas” para o egresso na ótica dos professores.	75

Figura 16:	A essencialidade dos conteúdos referentes à “Energia, trabalho e potência” para o ingresso egresso, na ótica dos professores.	79
Figura 17:	A essencialidade dos conteúdos referentes à “Mecânica e o funcionamento do Universo” para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.	81
Figura 18:	A essencialidade dos conteúdos referentes ao “O calor e os fenômenos térmicos” para o egresso e ingresso, na ótica dos professores.	83
Figura 19:	A essencialidade dos conteúdos referentes as “Oscilações, ondas, óptica e radiação” para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.	86
Figura 20:	A essencialidade dos conteúdos referentes aos “Fenômenos elétricos e magnéticos” para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.	89
Figura 21:	A essencialidade dos conteúdos referentes à “Física Moderna” para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.	93
Figura 22:	Conteúdos cobrados nos concursos para o exercício da profissão de um engenheiro de produção.	99
Figura 23:	Comparação entre os conteúdos de física cobrados em concursos para diferentes modalidades de Engenharia.	101

LISTA DE TABELAS

Tabelas 1:	Número de cursos de engenharia no Brasil em 2015.	30
Tabelas 2:	Crescimento das principais modalidades de engenharia no Brasil no período de 2001 a 2011.	31
Tabelas 3:	Maiores taxas de crescimento da engenharia no período de 2011 a 2015.	32
Tabelas 4:	Quantitativo de vagas, de ingressantes e de concluintes em 2013.	42
Tabelas 5:	Número de cursos de Engenharia de Produção no Brasil em 2015 separados por habilitações.	47
Tabelas 6:	Número de cursos de Engenharia de Produção por Unidade Federativa em 2015.	48
Tabelas 7:	Adesão à pesquisa dos docentes de física nos cursos de Engenharia de Produção em Campos dos Goytacazes.	65
Tabelas 8:	A essencialidade dos conteúdos referentes aos “Conhecimentos básicos e fundamentais” na ótica dos professores, segundo o método Lawshe.	74
Tabelas 9:	A essencialidade dos conteúdos referentes aos ao “O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas” na ótica dos professores, segundo o método Lawshe.	78
Tabelas 10:	A essencialidade dos conteúdos referentes à “Energia, trabalho e potência” na ótica dos professores, segundo o método de Lawshe.	80
Tabelas 11:	A essencialidade dos conteúdos referentes à “Mecânica e o funcionamento do Universo” na ótica dos professores, segundo o método de Lawshe.	82
Tabelas 12:	A essencialidade dos conteúdos referentes ao “O calor e os fenômenos térmicos” na ótica dos professores, segundo o método de Lawshe.	85

Tabelas 13:	A essencialidade dos conteúdos referentes as “Oscilações, ondas, óptica e radiação” na ótica dos professores, segundo o método Lawshe.	88
Tabelas 14:	A essencialidade dos conteúdos referentes aos “Fenômenos elétricos e magnéticos” para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.	91
Tabelas 15:	A essencialidade dos conteúdos referentes à “Física Moderna” na ótica dos professores, segundo o método de Lawshe.	92
Tabelas 16:	A essencialidade dos conteúdos referentes aos “Conhecimentos básicos e fundamentais” na ótica dos professores, segundo o método Lawshe.	94

LISTA DE EQUAÇÕES QUADROS

Equação 1:	Método de cálculo do CVR.	62
Equação 2:	Método de cálculo da média.	62
Equação 3:	Método de cálculo da variância.	62
Quadro 1:	Cursos de Engenharia no Brasil até o início do século XX.	28
Quadro 2:	Conteúdos Básicos e Profissionalizantes das DCN.	40
Quadro 3:	Núcleo de conhecimentos específicos para a Engenharia de Produção	55
Quadro 4:	Competências e Habilidades a serem desenvolvidas nos cursos de Engenharia de Produção.	56
Quadro 5:	Relação de conteúdos de física (1)	71
Quadro 6:	Relação de conteúdos de física (2)	72
Quadro 7:	Conteúdos essenciais referentes à Engenharia de Produção (1).	96
Quadro 8:	Conteúdos essenciais referentes à Engenharia de Produção (2).	97
Quadro 9:	Percentual referente à essencialidade dos conteúdos segundo os docentes respondentes e as questões dos concursos para Engenharia de Produção.	100

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção
Capes – Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CES - Câmara de Educação Superior
CFE – Conselho Federal de Educação
CNE - Conselho Nacional de Educação
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CVR - Content Validity Ratio
DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
EP - Engenharia de Produção
FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
FR – Frequência Relativa
IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IES – Instituição de Ensino Superior
IME – Instituto Militar de Engenharia
INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
MEC – Ministério da Educação
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA - Programa Internacional de Avaliação de Alunos

PRODENGE – Programa de Desenvolvimento da Engenharia

RECOPE – Redes Cooperativas de Pesquisa

REENG – Reengenharia do Ensino de Engenharia

Reuni – Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das
Universidades Federais.

SeSU – Secretaria de Educação Superior

UF – Unidade Federativa

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1:	INTRODUÇÃO	19
1.1:	CONTEXTUALIZAÇÃO	19
1.2:	OBJETIVOS	21
1.3:	JUSTIFICATIVA	23
1.3.1:	Objetivo Geral	23
1.3.2:	Objetivos Específicos	23
1.4:	ESTRUTURA DO TRABALHO	23
2:	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1:	BREVE HISTÓRICO SOBRE A ENGENHARIA NO BRASIL	25
2.2:	O ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL	32
2.2.1:	Noção do conceito de Competência	32
2.2.2:	A legislação para os cursos de engenharia no Brasil	34
2.2.3:	O atual ensino de engenharia	40
2.3:	A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	44
2.3.1:	Breve histórico da Engenharia de Produção	44
2.3.2:	Competências da Engenharia de Produção	49
2.3.3:	A Profissão de Engenheiro de Produção	51
2.3.4:	Diretrizes curriculares para a Engenharia de Produção	54
2.4:	O ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA	57
3:	METODOLOGIA	59
3.1:	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	59
3.2:	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	60
3.3:	INSTRUMENTO DE PESQUISA	63
3.4:	POPULAÇÃO E AMOSTRA	64
4:	RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4.1:	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	66
4.2:	RESULTADOS E ANÁLISES DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA	70
4.2.1:	Conteúdos Considerados Essenciais para o Ingresso e Egresso na Ótica dos Professores Respondentes.	70

4.2.2:	Considerados Necessários ao Exercício da Profissão Segundo as Provas de Concursos para o Cargo de Engenharia de Produção.	98
5:	CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
5.1:	QUANTO AO OBJETIVO PROPOSTO	102
5.2:	QUANTO AO TRABALHO REALIZADO	104
5.3:	QUANTO AOS TRABALHOS FUTUROS	105
6:	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
	APÊNDICE A: PESQUISA SOBRE ENSINO DE FÍSICA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.	115
	APÊNDICE B: ONTOLOGIA UTILIZADA NA MINERAÇÃO DE TEXTO.	122

1: INTRODUÇÃO

1.1: CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996) é dever do Estado garantir um ensino com padrões de qualidade. Freitas e Silva (2014) afirmam que o documento citado não define quais seriam esses padrões, sendo assim, o governo tenta contornar o problema da baixa qualidade da educação básica facilitando o ingresso de alunos oriundos de escolas públicas no ensino superior. Segundo Krawczyk (2009), a população mais carente do país é a mais prejudicada no que diz respeito à qualidade de ensino e ao acesso à escola. É nesse mesmo contexto que Carvalho (2006) afirma que entre a população de estudantes na faixa etária de 18 a 24 anos que ingressam no ensino superior, constata-se que a proporção de alunos aumenta de acordo com a elevação das faixas de renda.

Através dos diversos sistemas de avaliação nacionais e internacionais, como o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), o Brasil vem acompanhando a baixa qualidade da educação básica oferecida pela rede pública de ensino e uma grande defasagem no ensino da matemática (MENEZES FILHO, 2007).

A matemática, como linguagem, é indispensável nas ciências para construções mais abstratas e elaboradas. Conforme as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2000), os instrumentos matemáticos de expressão e raciocínio, não devem ser uma preocupação exclusiva dos professores dessa disciplina, mas também dos professores de ciências da natureza. Segundo Pietrocola (2002), professores de todos os níveis afirmam que

não é possível obter bom aprendizado em física sem base matemática. Afirma ainda, que nas primeiras fases dos cursos universitários tradicionais, o currículo de disciplinas eminentemente físicas é dividido com disciplinas de matemática e essa sobrecarga matemática é responsável pela desmotivação dos alunos que ingressam em tais cursos por acreditarem que há pouco destaque no conhecimento escolhido como formação profissional. Barbeto e Yamamoto (2002) afirmam que a grande dificuldade dos estudantes se encontra, na maioria das vezes, na manipulação de ferramentas matemáticas. Porém, para o aluno obter sucesso num curso de física, tanto do ensino superior quanto do ensino médio, é necessário que o mesmo saiba explorar as ferramentas de cálculo, além de dominar os conceitos básicos da disciplina e possuir habilidade para interpretar e criar gráficos.

Não é novidade que alunos ingressantes dos cursos de engenharia tenham alto índice de reprovação nas disciplinas básicas do curso, como é o caso da física e do cálculo. Segundo Melo e Melo (2003), professores do Ciclo Básico de engenharia seriam os responsáveis pela baixa quantidade de alunos que chegam ao Ciclo Profissional devido ao grande número de reprovações e pelos altos índices de evasão dos mesmos. Esses docentes, por sua vez, atribuem a responsabilidade das reprovações aos conhecimentos que deveriam ter sido adquiridos pelos alunos no ensino médio. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Artigo 35, incisos I a IV.

O Ensino Médio deve assegurar a todos os cidadãos a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental; aprimorar o educando como pessoa humana; possibilitar o prosseguimento de estudos; garantir a preparação básica para o trabalho e a cidadania; dotar o educando dos instrumentos que o permitam “continuar aprendendo”, tendo em vista o desenvolvimento da compreensão dos “fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos” (BRASIL, 1996).

Contudo, o que se pode constatar, é que muitos alunos estão ingressando em cursos de engenharia com defasagem de habilidades e competências na área de Matemática e Ciências da Natureza e suas Tecnologias, dificultando a continuidade dos estudos.

1.2: JUSTIFICATIVA

Segundo Oliveira *et al.* (2013), o engenheiro é um profissional de grande importância para um país, tendo em vista que o mesmo além de atuar em sua área de formação, projetando e solucionando problemas, ele também se faz necessário para a tomada de decisão em diversos setores, devido a seu perfil profissional. Os autores declaram ainda, que a Engenharia é causadora de desenvolvimento, devendo o Brasil investir nessa formação, buscando formar engenheiros em quantidade e qualidade.

As Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia, instituída pelo Ministério da Educação através do Conselho Nacional de Educação e Câmara de Educação Superior, resolução CNE/CES 11/2002, em seu terceiro artigo mencionam que:

O engenheiro formando deve ter formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (BRASIL, 2002).

A formação científica de um estudante de engenharia é introduzida com as disciplinas de física e matemática no ciclo básico do curso (OLIVEIRA; PASSOS, 2014), entretanto, algumas engenharias só apresentam a física nesse período, como é o caso da Engenharia de Produção (EP) em muitas Instituições de Ensino Superior (IES). Segundo Faria e Souza Junior (2007), a EP é uma modalidade generalista, permitindo ao engenheiro integrar a produção com recursos humanos, finanças e mercado. Os autores mencionam que as grandes áreas do conhecimento da EP são: gestão da produção, gestão da qualidade, gestão econômica, ergonomia e segurança do trabalho, gestão do produto, pesquisa operacional, gestão estratégica e organizacional, gestão do conhecimento organizacional, gestão ambiental e educação.

A Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), em documento sobre as referências curriculares da Engenharia de Produção, ressalta que esta modalidade, “ao voltar a sua ênfase para características bens e/ou serviços e de sistemas produtivos, vincula-se fortemente com as ideias de projetar e viabilizar

produtos e sistemas produtivos, planejar a produção, produzir e distribuir produtos” (CUNHA, 2002). Tendo em vista a importância da Engenharia de Produção para sucesso das empresas brasileiras e conseqüentemente do país, a grande demanda por esse curso, e a procura por esses profissionais no mercado de trabalho, deve-se levar em conta a formação dos mesmos.

Os dados do Censo da Educação Superior (INEP, 2013b) mostram uma discrepância entre o número de ingressantes na Engenharia e o número de concluintes em um mesmo ano. Segundo Oliveira *et al.* (2013) e Tozzi e Tozzi (2011), um dos fatores contribuintes para essa disparidade é a alta taxa de evasão que chega a uma média de 50% a cada cinco anos. Os trabalhos de Rios, Santos e Nascimento (2001) e Soares (2006) apresentam estudos sobre o alto índice de retenção e evasão de alunos no ciclo básico das engenharias. Sendo assim, é relevante entender qual a real importância da física para um engenheiro de produção e se é realmente necessário um ensino de física tão denso, com tamanha exigência de base matemática, como nas engenharias que estudam a física em seu Ciclo Profissional.

Tendo em vista que os alunos estão chegando aos cursos de engenharia com grande defasagem na área de matemática e física e tomando ciência da necessidade do país por profissionais versáteis como o engenheiro de produção, é relevante saber qual a disparidade entre a física ensinada no ensino médio e a ensinada na graduação de EP. Outro fator pertinente é saber até que ponto a física é importante para o curso considerando os conteúdos mais expressivos.

O recorte geográfico para a realização da pesquisa é a cidade de Campos dos Goytacazes, situada no estado do Rio de Janeiro, por se tratar da maior cidade do interior do Estado, por apresentar-se como a maior produtora de petróleo do país e possuir grande polo universitário, possibilitando atender as demandas da região. Essa demanda está aumentando cada vez mais devido à implantação do Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açú que vem empregando um número crescente de engenheiros, inclusive o Engenheiro de Produção.

A realização da pesquisa visa verificar a necessidade de uma discussão a respeito de possíveis propostas de mudanças no ensino de física da EP com intuito de melhorar a formação dos mesmos.

1.3: OBJETIVOS

1.3.1: Objetivo Geral

Identificar os conteúdos de física considerados essenciais para a formação de um engenheiro de produção sob a percepção de docentes de física do curso de Engenharia de Produção do município de Campos dos Goytacazes e verificar quais conteúdos são requeridos ao exercício de sua profissão.

1.3.2: Objetivos Específicos

- Identificar conteúdos de física do ensino médio que são essenciais como pré-requisitos para cursar disciplinas da Física do curso superior de Engenharia de Produção;
- Identificar conteúdos de física do ensino superior, considerados essenciais para a formação do Engenheiro de Produção.
- Identificar os conteúdos de física requeridos para o exercício da profissão de um Engenheiro de Produção.
- Identificar os conteúdos de física requeridos para o exercício da profissão de um Engenheiro Civil e de um Engenheiro Mecânico e compará-los com os da Engenharia de Produção.

1.4: ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos, cujos conteúdos pertinentes a cada um, serão brevemente mencionados. O primeiro capítulo, referente à parte introdutória, a qual o presente item faz parte, está dividida em itens, identificados por contextualização, justificativa e objetivos para a realização do trabalho.

O segundo capítulo expõe a fundamentação teórica necessária para a

elaboração da pesquisa, discorrendo sobre assuntos como o histórico da engenharia no Brasil, a engenharia de produção, a legislação para os cursos de engenharia e as diretrizes curriculares para os cursos de EP, a atual situação do ensino de engenharia e finalmente o ensino de física na engenharia.

O Terceiro capítulo apresenta a base metodológica para o desenvolvimento da pesquisa, contendo a classificação da pesquisa, os procedimentos técnicos envolvidos, os instrumentos utilizados, onde está descrito processo de preparação e aplicação do questionário, uma descrição da população e da amostra, além de um relato sobre as técnicas de análise usadas no trabalho.

No quarto capítulo são discutidos e analisados os resultados alcançados a partir da tabulação das respostas obtidas nos questionários e os resultados da mineração de texto realizada nos editais de concursos públicos para o cargo de engenheiro de produção. O capítulo também apresenta uma discussão sobre os mesmos.

Finalmente, o capítulo 5 aponta as considerações finais do trabalho e propõe possibilidades de novas investigações.

2: REVISÃO DE LITERATURA

2.1: BREVE HISTÓRICO SOBRE A ENGENHARIA NO BRASIL

Segundo Silva (Silva, 1997 *apud* COLENCI, 2000), "A engenharia é uma aplicação de conhecimentos científicos e empíricos: é uma atividade que aplica os conhecimentos humanos à resolução de problemas propondo soluções técnicas utilizando as tecnologias".

Pereira (2008) relata que a engenharia, em seu conceito geral, surgiu há aproximadamente 10.000 anos com a descoberta da agricultura, da pecuária, do fogo e a construção de abrigos fixos. A partir de então, iniciou-se uma crescente evolução do homem e da sociedade. Porém, embora o conceito de engenharia fosse milenar, o termo "engenheiro" só surgiu no período da revolução industrial com o aparecimento das máquinas e das novas profissões. Segundo Parda (1986), a primeira escola de ensino de engenharia do mundo a formar engenheiros foi a *École des Ponts et Chaussées*, criada em Paris no ano de 1747.

No Brasil, os primeiros indícios de engenharia e arquitetura, evidenciados pelos portugueses e descritos na carta de Pero Vaz de Caminha foram as construções de aldeias indígenas (MONTEZUMA, 2002 *apud* PEREIRA, 2008). Contudo, a chegada de Tomé de Souza, em 1549, para a construção da cidade de Salvador foi considerada até pouco tempo atrás como sendo o marco inicial da engenharia no Brasil (PEREIRA, 2008). Ainda, segundo o autor, os jesuítas participaram ativamente das construções, além de ensinar vários ofícios aos índios. Os três primeiros séculos da chegada dos portugueses ao Brasil foram marcados pela vinda de muitos profissionais ligados à construção, entretanto, até a metade do

século XVI, pouca coisa havia sido feita nesta área, o que limitava o desenvolvimento tecnológico e de engenharia.

Os primeiros sinais de um ensino de engenharia militar surgiram com a chegada do holandês Miguel Timermans ao Brasil em 1648, “encarregado de formar discípulos aptos para os trabalhos de fortificações”. Porém, foi no final do século XVII, mais precisamente no ano 1699, que surgiu o primeiro documento oficial referente ao ensino de engenharia no Brasil. A partir da carta régia enviada ao governador do Rio de Janeiro, D. Pedro II determinou a criação da Aula de Fortificação, ministrada pelo capitão Gregório Gomes Rodrigues, com o intuito de formar engenheiros militares (oficiais artilheiros, oficiais de arquitetura, mestres e artífices). Em 1710, foi criada, em Salvador, a aula de Fortificação e Artilharia que funcionou até 1829 no Forte de São Pedro (LUCENA, 2005).

Em 1738, o mesmo curso foi fundado no Rio de Janeiro e posteriormente chamado de Aula do Regimento de Artilharia (LUCENA, 2005; PARDAL, 1986; PEREIRA, 2008). Em 1774, com o acréscimo da cadeira de arquitetura militar, passou-se a chamar Aula Militar do Regimento de Artilharia (LUCENA, 2005; PEREIRA, 2008).

Em 1792 foi criado, no Rio de Janeiro, a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, sucedendo a antiga Aula. Esta foi considerada a primeira instituição de ensino superior do Brasil e a primeira escola de engenharia das Américas (LUCENA, 2005). Segundo o autor, os oficiais destinados à Infantaria e à Cavalaria, cursavam três anos enquanto os Artilheiros cursavam cinco anos. Os destinados à Engenharia, seis anos, onde no último eram lecionadas as cadeiras de Arquitetura Civil, Materiais de Construção, Caminhos e Calçadas, Hidráulica, Pontes, Canais, Diques e Comportas.

Em 1810, com a vinda da família Real, a Real Academia de Artilharia foi reformulada dando origem a Academia Real Militar, que por sua vez, tinha por objetivo formar oficiais de infantaria, de artilharia, de engenharia e oficiais de classe de engenheiros geógrafos e topógrafos (PEREIRA, 2008). Em 1812, esta foi transferida para um prédio construído no largo de São Francisco, no centro do Rio de Janeiro onde passou por vários nomes: “Academia militar e de marinha (1832), Escola Militar (1839), Escola Central (1858), Escola Politécnica do Rio de Janeiro (1874), Nacional de Engenharia (1937) e Escola de engenharia da Universidade

Federal do Rio de Janeiro (1965), que em 1966 terminou sua transferência para a Cidade Universitária” (PARDAL, 1986).

Segundo Pereira (2008), a Real Academia passou por muitas mudanças de estruturação e denominação, tentando sempre conciliar o ensino militar com o de engenharia. Lucena (2005) declara que em 1855 o ensino militar foi dividido em duas escolas: a Escola de Aplicação da Praia Vermelha e a Escola Central. Em 1863 houve uma concentração dos cursos de cavalaria, infantaria e artilharia na Escola de Aplicação da Praia Vermelha e “a destinação da Escola Central para o estudo das matemáticas, ciências físicas e naturais”. De acordo com o autor, esse seria início da separação entre os ensinos militar e civil.

Em 1874, a Escola Central, inicialmente responsável pela formação de oficiais do Exército e principalmente de engenheiros (militar ou civil), se desligou completamente do Exército, formando apenas engenheiros civis. Foi neste mesmo ano que se passou a chamar Escola Politécnica do Rio de Janeiro. A partir de então, muitas outras escolas de Engenharia foram criadas pelo Brasil (LUCENA, 2005).

Paralelamente, à Escola de Aplicação da Praia Vermelha destinavam-se os cursos de Infantaria, Cavalaria, Artilharia, os de oficiais para os Corpos de Estado-Maior e de Engenheiros Militares. Em 1889, o ensino militar foi dividido entre duas escolas: a Escola de Aplicação da Praia Vermelha – responsável pelos cursos de Infantaria e Cavalaria e a Escola Superior de Guerra (novo estabelecimento) – responsável pelos cursos de Artilharia, Estado-Maior e Engenheiros Militares (LUCENA, 2005).

Depois de muitas reformas no ensino militar e a criação de várias escolas para a melhoria deste ensino, foi criada a Escola de Engenharia militar, inspirada pela Missão Militar francesa e tendo também como precursora a Real Academia, passou a funcionar em 1930 dando origem, em 1959, ao Instituto Militar de Engenharia (IME) (PEREIRA, 2008).

O quadro 1 mostra as escolas de Engenharia fundadas desde 1792 até 1914. Segundo a compilação de dados obtidos por Oliveira (2005b), foram fundadas, no Brasil, sete escolas de ensino de engenharia entre o final do século XVIII e o final do século XIX. A partir de então, mais cinco escolas foram criadas no início do século XX, totalizando 12 escolas sendo um terço delas localizadas em Minas Gerais. Entre os anos de 1914 e 1930 nenhuma outra escola de engenharia fora fundada no país,

o que totalizava em uma oferta de 29 cursos de engenharia.

Fund	Local	Denominação	IES atual	Cursos iniciais – nº de anos
1792	Rio de Janeiro/RJ	Real Academia	UFRJ/IME	Eng. Militar e Civil – 5 anos
1876	Ouro Preto/MG	Escola de Minas	UFOP	Minas – 3 anos
1893	São Paulo/SP	Escola Politécnica de São Paulo	USP	Civil e Industrial – 5 anos; Agronômica e Mecânica – 3 anos; Agrimensor – 2 anos.
1895	Recife/PE	Escola de Engenharia de Pernambuco	UFPE	Agrimensor – 2 anos; Civil – 5 anos
1896	São Paulo/SP	Escola de Engenharia Mackenzie	Mackenzie	Civil – 5 anos
1896	Porto Alegre/RS	Escola de Engenharia de Porto Alegre	UFRGS	Civil – não identificado
1897	Salvador/BA	Escola Politécnica da Bahia	UFBA	Geógrafo – 4 anos; Civil – 5 anos
1911	B. Horizonte/MG	Escola livre de Engenharia	UFMG	Civil – 5 anos
1912	Curitiba/PR	Faculdade de Engenharia do Paraná	UFPR	Civil – não identificado
1912	Recife/PE	Escola Politécnica de Pernambuco	UPE	Civil e Química Industrial – não identificado
1913	Itajubá/MG	Instituto Eletrotécnico de Itajubá	UNIFEI	Mecânica e Elétrica – 3 anos
1914	Juiz de Fora/MG	Escola de Engenharia de Juiz de Fora	UFJF	Civil – 4 anos

Quadro 1: Cursos de Engenharia no Brasil até o início do século XX.
Fonte: Compilado por Oliveira (2005b).

Após o ano de 1930, novas escolas de engenharia foram fundadas no Brasil.

Na

Figura pode-se notar o crescimento do número de cursos de engenharia no país de 1930 a 2015, e os acontecimentos ao longo deste período que vieram a contribuir para esse aumento.

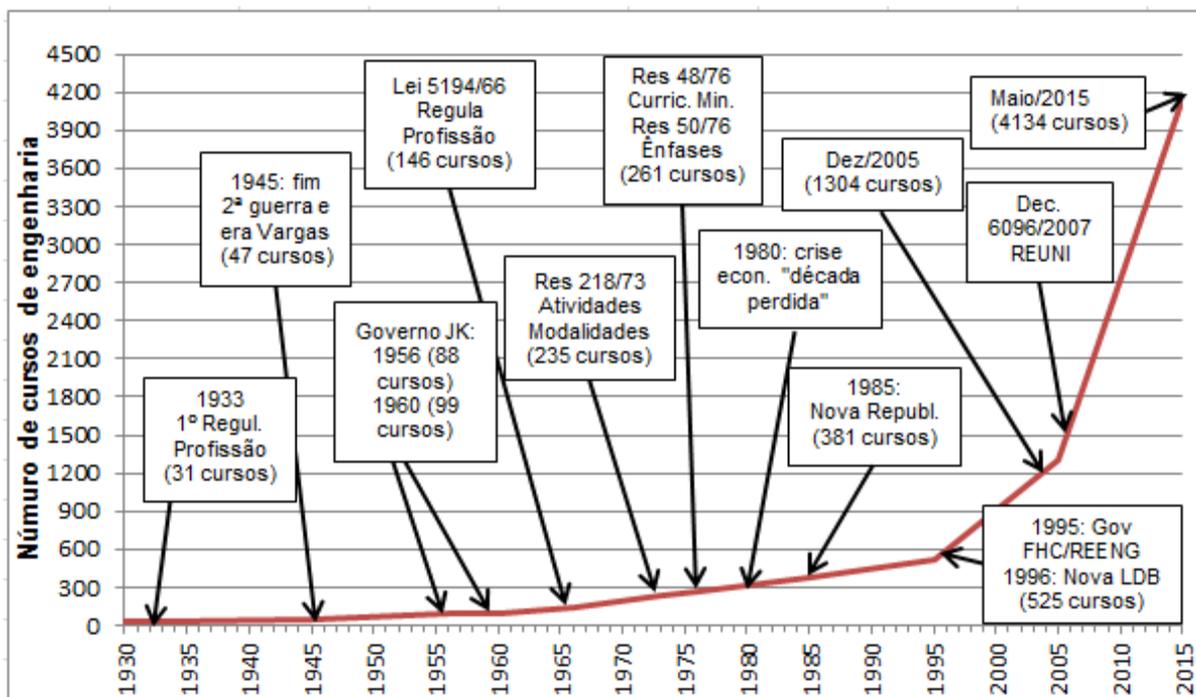


Figura 1: Crescimento do número de cursos de engenharia no Brasil.

Fonte: Adaptada de Oliveira (2005b).

Observa-se na

Figura, um grande aumento do número de cursos de engenharia por ano a partir de 1995, tendo em vista que entre 1966 e 1995 eram criados em média 12 cursos/ano e de 1995 a 2005 esses cursos passaram a uma média de 78 por ano. Outro ponto notável é o fato que em 1995 existiam no Brasil 525 cursos e após 10 anos esse número mais que dobrou, ao final de 2005 eram 1304 cursos. Segundo Oliveira (2005a) o fator responsável por esse crescimento foi a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases em 1996, que estabeleceu, entre outras coisas, o currículo mínimo para os cursos de engenharia. De 2005 a maio de 2015, o número de cursos mais que triplicou, sendo que um dos motivos para esse crescimento foi o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), que tem como principal objetivo ampliar o acesso e a permanência na educação superior. Para Cordeiro et al. (2008), a alta taxa de crescimento dos cursos de engenharia relaciona-se com as necessidades do país.

Segundo dados obtidos através do sistema e-MEC em janeiro de 2015, existe uma oferta de 7.649 cursos de engenharia em atividade no Brasil, considerando as duas modalidades: presencial e a distância (BRASIL, 2015). A Tabela evidencia esses dados separando-os por modalidade e categoria administrativa.

Tabela 1: Número de cursos de engenharia no Brasil em 2015.

Modalidade	Categoria administrativa		
	Pública	Privada	Total
Presencial	1218	2916	4134
A distância	13	3502	3515
Total	1231	6418	7649

Fonte: Dados obtidos através do e-MEC.
Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 14 jan 2015.

Nota-se, a partir da Tabela, a discrepância no número de cursos oferecidos pelas Instituições de Ensino Superior (IES) referente a sua categoria administrativa, tendo em vista que as IES públicas oferecem apenas cerca de 16% desses cursos. Outro dado relevante é a predominância das IES privadas com relação ao ensino de engenharia a distância, considerando-se que aproximadamente 99,6% dos cursos nessa modalidade são ofertados pela mesma.

Referindo-se a esse vertiginoso crescimento de modalidades, ênfases ou habilitações nos citados cursos, Oliveira *et al.* (2013) argumentam que:

deve-se observar que, na trajetória dos cursos de Engenharia, está havendo uma ampliação do espectro de atuação dos profissionais dessa área. Os primeiros cursos de Engenharia tiveram origem militar e se dedicavam especialmente à infraestrutura urbana, à mineração e à energia. Com a crescente industrialização no final do século XIX e início do século XX, novas modalidades surgiram. Após a 2ª Grande Guerra, o mundo experimentou um significativo avanço tecnológico, especialmente no setor eletro/eletrônico, notadamente com o desenvolvimento da automação e da computação. Com isso, novas modalidades de Engenharia surgiram para fazer frente à complexidade demandada em função dessas novas tecnologias. A maioria dessas novas modalidades surgiu inicialmente como ênfase das tradicionais. A partir dessa nova realidade, a Engenharia deixou de se restringir às questões de aplicação tradicional da tecnologia e passou a atuar em campos como a Saúde (Alimentos, Genética, Bioquímica, etc.) e Sociais Aplicadas (Gestão, Trabalho, Segurança, etc.).

A tabela 2 mostra uma compilação do crescimento das principais modalidades de engenharia no Brasil no período de 2001 a 2011. A tabela apresenta dados, para

os anos 2001 e 2011, como o número de cursos oferecidos, o número de candidatos inscritos, número de vagas ofertadas, número de matriculados e de concluintes, entre outras informações.

Tabela 2: Crescimento das principais modalidades de engenharia no Brasil no período de 2001 a 2011

Curso	Ano	Nº de Cursos	Candidatos	Vagas	Vaga/Curso	Cand/Vaga	Ingressantes	Ingr/Vaga	Matriculados	Concluintes
Civil	2001	126	38.328	13.276	105,4	2,9	9.621	72%	41.051	5.520
	2011	386	297.464	62.953	163,1	4,7	57.435	91%	143.630	7.508
	% Cres	206,3%	676,1%	374,2			497,0%		249,9%	43,8%
Elétrica	2001	100	44.150	12.212	122,1	3,6	9.291	76%	32.635	2.889
	2011	298	104.517	35.401	118,8	3,0	20.080	57%	67.177	5.842
	% Cres	198,0%	136,7%	189,9%			116,1%		105,8%	102,2%
Mecânica	2001	67	22.612	7.065	105,4	3,2	5.407	77%	19.466	1.799
	2011	238	116.092	34.494	144,9	3,4	23.275	67%	68.945	4.790
	% Cres	255,2%	413,4%	388,2%			330,5%		254,2%	166,3%
Ambiental	2001	31	5.105	4.881	157,5	1,0	1.741	36%	2.510	25
	2011	237	93.396	24.537	103,5	3,8	13.948	57%	42.599	3.497
	% Cres	664,5%	1.729,5%	402,7%			701,1%		1.597,2%	13.888,0%
Alimentos	2001	40	10.836	2.727	68,2	4,0	1.917	70%	5.880	450
	2011	80	28.322	5.133	64,2	5,5	3.299	64%	11.823	1.229
	% Cres	100,0%	161,4%	88,2%			72,1%		101,1%	173,1%
Computação	2001	49	20.379	4.837	98,7	4,2	3.257	67%	8.945	517
	2011	146	49.886	13.919	95,3	3,6	6.181	44%	20.454	1.750
	% Cres	198,0%	144,8%	187,8%			89,8%		128,7%	238,5%
Controle e Automação	2001	13	5.769	1.219	93,8	4,7	1.010	83%	2.635	62
	2011	125	54.013	18.985	151,9	2,8	7.097	37%	24.098	1.869
	% Cres	861,5%	836,3%	1.457,4%			602,7%		814,5%	2.914,5%
Produção	2001	72	20.610	6.440	89,4	3,2	4.514	70%	12.461	730
	2011	444	163.508	59.011	132,9	2,8	33.850	57%	108.605	8.308
	% Cres	516,7%	693,3%	816,3%			649,9%		771,6%	1.038,1%
Florestal	2001	23	10.382	1.146	49,8	9,1	1.078	94%	4.051	333
	2011	62	28.694	3.785	61,0	7,6	3.084	81%	12.032	1.419
	% Cres	169,6%	176,4%	230,3%			186,1%		197,0%	326,1%
Química	2001	42	13.711	3.206	76,3	4,3	2.375	74%	9.711	1.014
	2011	104	49.412	9.894	95,1	5,0	6.637	67%	25.525	2.289
	% Cres	147,6%	260,4%	208,6%			179,5%		162,8%	125,7%
Demais	2001	208	97.091	24.982	120,1	3,9	18.376	74%	57.324	4.885
	2011	420	150.958	32.549	77,5	4,6	20.460	63%	71.569	6.539
	% Cres	101,9%	55,5%	30,3%			11,3%		24,8%	33,9%

Fonte: Organizado por Oliveira *et al* (2013).

Pode-se constatar que a Engenharia de Produção (EP) é a que apresenta o maior número de cursos no país, entretanto, a engenharia que oferece o maior

número de vagas é a civil. A engenharia que mais cresceu em relação ao número de cursos foi a de Controle e Automação, seguida da Ambiental e Produção, respectivamente. Ainda vale destacar que, embora a engenharia civil possua o maior número de matriculados, é a engenharia de produção que apresenta o maior número de concluintes.

De acordo Faé e Ribeiro (2005), o crescimento da engenharia de produção é fruto da competitividade, globalização, procura por qualidade de produtos, sistemas logísticos, melhor organização empresarial entre outras coisas, o que torna o engenheiro de produção indispensável para as empresas. Isso faz com que as IES ofereçam cada vez mais cursos dessa modalidade.

Segundo dados obtidos através do sistema e-MEC em janeiro de 2015, o número de cursos de engenharia oferecidos no país continuou aumentando. A engenharia que mais cresceu em número de cursos foi a civil, atingindo um aumento de 238,9%, seguida da engenharia química com um crescimento de 207,7% e posteriormente da engenharia de produção com 67,3% (Tabela).

Tabela 3: Maiores taxas de crescimento da engenharia no período de 2011 a 2015

Cursos	Número de cursos		Taxa de Crescimento
	2011	2015	
Engenharia Civil	386	1308	238,9%
Engenharia Química	104	320	207,7%
Engenharia de Produção	444	743	67,3%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do e-MEC.
Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 14 jan 2015.

2.2: O ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL

2.2.1: Noção do conceito de Competência

Embora os termos competências e habilidades apareçam relacionados ao exercício da profissão de engenheiro, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Engenharia e as Diretrizes Curriculares para os cursos de Engenharia de Produção, nenhuma delas apresenta a definição dos mesmos (SANTOS, 2003). Neste caso, surge a necessidade de uma breve análise do tema,

tendo em vista que uma interpretação incorreta pode vir a comprometer a formação do engenheiro.

Segundo Fleury e Fleury (2001), o conceito de competência pode ser considerado como sendo um “conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes[...] que justificam um alto desempenho, acreditando-se que os melhores desempenhos estão fundamentados na inteligência e personalidade das pessoas”.

Duarte e Dellagnelo (2001) apresentam os conhecimentos, as habilidades e as atitudes como dimensões da competência. O conhecimento refere-se às informações assimiladas e estruturadas, saber o que e porque fazer, onde a pessoa é capaz de analisar, identificar e solucionar um problema. A habilidade conceitua-se pelo saber como fazer, onde a pessoa faz uso dos conhecimentos adquiridos, é um processo intelectual. Por fim, as atitudes envolvem a determinação e o querer fazer. A figura 2 mostra com clareza os conceitos apresentados pelos autores.

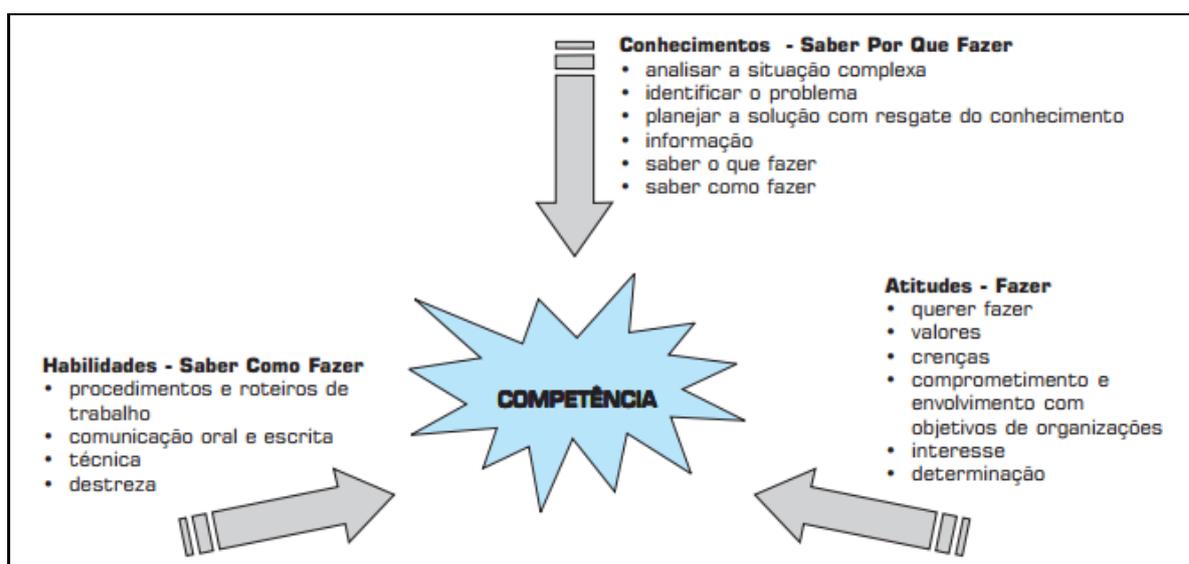


Figura 2: As dimensões da competência.
Fonte: Adaptado por Santos (2003).

Santos (2003), sintetiza o conceito de competência e declara que:

Competência é o saber agir diante de situações complexas e o saber mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes e recursos (tecnológicos, financeiros, mercadológicos e humanos), em que as pessoas objetivam agregar valor de diversas naturezas às organizações e se tornam responsáveis por isso, ao mesmo tempo em que elas aumentam seu valor social. Quanto maior a complexidade das situações, mais intensamente são

modificados os conhecimentos, as atitudes e as habilidades. [...] A singularidade de uma competência implica que as pessoas aprendam a atingir objetivos, resolver problemas e enfrentar situações complexas. Essa aprendizagem exige que as pessoas aprendam a mobilizar, integrar, compartilhar e transferir conhecimentos, habilidades e recursos, ou seja, mobilizar uma rede de atores, em torno de uma mesma situação.

Para Borchardt (2009) o conceito de competência vai muito além de um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes. O autor inclui outros aspectos como o papel da experiência, os comportamentos observáveis, a mobilização, o contexto e o resultado, afirmando que a questão conceitual da formação de competências terá ainda que superar desafios.

2.2.2: A legislação para os cursos de engenharia no Brasil

O primeiro ato oficial relacionado à formação do engenheiro foi a aprovação, pelo então Conselho Federal de Educação (CFE), atual Conselho Nacional de Educação (CNE), da resolução nº 48/76 em 1976, do Ministério da Educação, que estabeleceu o currículo mínimo para os cursos de engenharia (CORDEIRO *et al.*, 2008; OLIVEIRA, 2005b; SANTOS, 2003). Ainda segundo Oliveira (2005b), teve também a aprovação da resolução nº 50/76 do CFE, que admitiu as ênfases ou habilitações nos cursos.

Em 1995, com o intuito de formar engenheiros mais capacitados e tornar o Brasil mais competitivo, o Ministério da Educação (MEC) lançou o seu primeiro programa oficial para o Ensino de Engenharia. Este, denominado Programa de Desenvolvimento das Engenharias (PRODENGE), “buscava permitir o acesso às informações tecnológicas de ponta com rapidez e baixo custo”, possibilitando aos estudantes de engenharia, uma formação com conhecimentos mais modernos e indispensáveis para o exercício da profissão (MOTA; MARTINS, 2009). Segundo Mota e Martins (2009) e Longo (2009), o PRODENGE pode contar com vários órgãos da esfera federal: a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Secretaria de Educação Superior (SeSU) e da Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Longo (2009) afirma que para o Programa, foi elaborado um Documento Básico que contou com a participação da Academia Nacional de Engenharia, da Federação Brasileira das Associações de Engenheiros (FEBRAE), da Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE), da comunidade acadêmica, dos engenheiros de institutos e centros de pesquisa, entre outros. Atesta ainda que o mesmo era composto de “uma análise sintética da formação de engenheiros e da prática da pesquisa cooperativa como meio de otimizar os recursos disponíveis” e também de um fundamento para a divisão do PRODENGE em dois subprogramas: Reengenharia do Ensino de Engenharia (REENGE) e Redes Cooperativas de Pesquisa (RECOPE).

Segundo Cordeiro (2008), o Programa de Reengenharia do Ensino de Engenharia (REENG) consistia em realizações de discussões sobre o ensino de engenharia no Brasil no qual muitas das melhores escolas de engenharia do país receberam incentivo financeiro para implantação de melhorias em seus cursos de graduação. O autor afirma que essa iniciativa proporcionou uma integração entre as escolas que procuravam um aperfeiçoamento de seus currículos. Mota e Martins (2009) detalham que o objetivo do REENG era “reestruturar o ensino de engenharia, incentivando a realização de diferentes experiências de ensino, como implantação de módulos de aprendizagem virtual, utilização de recursos computacionais, atividades de pesquisa e desenvolvimento experimental”. Os autores destacam alguns resultados obtidos durante o desenvolvimento do programa:

- Reequipamento e inovações nos diferentes laboratórios utilizados no curso;
- Atualização das disciplinas e currículos, em novos modelos de ensino aplicado;
- Redução da carga horária de aula convencional;
- Melhor planejamento das aulas e atividades práticas;
- Melhor articulação entre as disciplinas básicas e profissionais;

- Formação mais articulada entre ensino/pesquisa e o setor produtivo;
- Criação de “empresas-júnior”;
- Criação de incubadoras de empresas de base tecnológica e de informática;
- Criação de escritórios de integração entre a universidade e o setor produtivo.

De acordo com Longo (2009), o PRODENGE durou pouco mais de seis anos embora tenha trazido para a engenharia grandes mudanças e avanços. Quanto ao subprograma REENG especificamente, o autor alega que o mesmo foi oficialmente extinto de forma inexplicável, pelas agências que o financiavam. Segundo Mota e Martins (2009), mesmo que o REENG tenha trazido bons resultados, ele não foi suficiente para sanar a defasagem entre a formação do engenheiro e a sua esperada atuação profissional em determinados campos da engenharia.

Em 1996 foi aprovada a LDB, lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, provocando grandes mudanças no ensino superior como a alteração na avaliação de cursos e a abolição do currículo mínimo dos mesmos com a revogação da resolução 48/76 (CORDEIRO *et al.*, 2008; OLIVEIRA, 2005b). A nova lei, a partir do edital 04/97 do MEC, lançado em 1997, possibilitou a todas as entidades envolvidas com o ensino superior apresentarem propostas referentes às Diretrizes Curriculares (CORDEIRO *et al.*, 2008; MOTA; MARTINS, 2009). Segundo Mota e Martins (2009), deveriam ser seguidas as seguintes considerações:

- Crítica à tendência ao “aumento desnecessário das cargas horárias dos cursos”;
- Possibilidade de currículos mais adaptados às mudanças e que permitam combater a evasão escolar;
- Necessidade de conferir maior autonomia para as IES definirem seu projeto pedagógico;

- Crítica ao detalhamento de programas e disciplinas nos textos regulamentadores;
- Definição de “competências e habilidades” que se deseja desenvolver aos formandos de cada área;
- Independência entre a formação acadêmica e o exercício profissional e sua regulação;
- Possibilidade de uma nova estruturação da oferta dos cursos de graduação.

As discussões sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para o ensino superior culminaram na consolidada resolução CES/CNE n. 11, de 11 de março de 2002 (BRASIL, 2002). A citada resolução, baseada no Parecer CES 1.362/2001, de 12 de dezembro de 2001, define a formação do engenheiro como:

Formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (BRASIL, 2002).

Segundo Borchardt *et al.* (2009), as DCN permitem que as IES elaborem seus currículos com maior autonomia visando as demandas sociais e os avanços tecnológicos. Santos (2003) afirma que as Diretrizes Curriculares “exigem que os objetivos dos cursos de graduação, a formação profissional, o desenvolvimento dos alunos, a avaliação dos alunos, o acompanhamento e a avaliação do processo ensino-aprendizagem e do próprio curso sejam baseados em competências”.

Como consta no Art. 4º das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia, “a formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais (BRASIL, 2002)”:

- Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais

à engenharia;

- Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- Atuar em equipes multidisciplinares;
- Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

As DCN determinam ainda, que cada curso de engenharia tenha em seu currículo três núcleos de conteúdos:

- **Básicos** – ocupando cerca de 30% da carga horária mínima, devendo ser abordados os tópicos listados no
- Quadro;
- **Profissionalizantes** – ocupando cerca de 15% da carga horária mínima, devendo ser abordados tópicos que constituem um subconjunto dos itens listados no
- Quadro. Este subconjunto deve ser definido pela IES;
- **Específicos** – “constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes” (BRASIL, 2002). Estes conteúdos são propostos exclusivamente pela IES e sua carga horária é composta pelo restante da carga horária total.

Básico	Profissionalizante
Metodologia Científica e Tecnológica;	Algoritmos e Estruturas de Dados; Bioquímica;
Comunicação e Expressão;	Ciência dos Materiais; Circuitos Elétricos;
Informática;	Circuitos Lógicos; Compiladores;
Expressão Gráfica;	Construção Civil; Controle de Sistemas Dinâmicos;
Matemática;	Conversão de Energia; Eletromagnetismo;
Física;	Eletrônica Analógica e Digital; Engenharia do Produto;
Fenômenos de Transporte;	Ergonomia e Segurança do Trabalho; Estratégia e Organização;
Mecânica dos Sólidos;	Físico-química; Geoprocessamento;
Eletricidade Aplicada;	Geotecnia; Gerência de Produção;
Química;	Gestão Ambiental; Gestão Econômica;
Ciência e Tecnologia dos Materiais;	Gestão de Tecnologia; Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico;
Administração;	Instrumentação; Máquinas de fluxo;
Economia;	Matemática discreta; Materiais de Construção Civil;
Ciências do Ambiente; Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.	Materiais de Construção Mecânica; Materiais Elétricos;
	Mecânica Aplicada; Métodos Numéricos; Microbiologia; Mineralogia e Tratamento de Minérios; Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas; Operações Unitárias; Organização de computadores; Paradigmas de Programação; Pesquisa Operacional; Processos de Fabricação; Processos Químicos e Bioquímicos; Qualidade; Química Analítica; Química Orgânica; Reatores Químicos e Bioquímicos; Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas; Sistemas de Informação; Sistemas Mecânicos; Sistemas operacionais; Sistemas Térmicos; Tecnologia Mecânica; Telecomunicações; Termodinâmica Aplicada; Topografia e Geodésia; Transporte e Logística.

Quadro 2: **Conteúdos Básicos e Profissionalizantes das DCN.**

Fonte: Elaboração pelo Autor (Dados baseados Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002.

(BRASIL, 2002).

2.2.3: O atual ensino de engenharia

Para obter um desenvolvimento econômico e produtivo e garantir a competitividade de um país, é preciso que se absorva tecnologia na velocidade necessária e, conseqüentemente, o Brasil precisa formar, com qualidade, uma quantidade expressiva de engenheiros que sejam capazes de se atualizar constantemente (TOZZI; TOZZI, 2011). Salerno et al. (2014) corrobora com esta afirmação declarando que o engenheiro é de fundamental importância para a inovação de um país, tornando claro o interesse pela quantidade e qualidade desses profissionais. Para este propósito, o Brasil vem investindo em importantes políticas públicas, procurando aumentar o número de vagas e o acesso ao ensino superior no país.

No entanto, de acordo com Canto *et al.* (2012), o aumento do número de vagas não vem acompanhado do interesse dos estudantes pela carreira de engenharia, ocasionando uma diminuição na relação candidato/vaga e facilitando a entrada de estudantes com maiores lacunas em sua formação. Segundo os autores, com esta facilidade no ingresso do curso, a maioria dos alunos apresentam dificuldades de permanência devido à defasagem de conteúdos para cursar disciplinas básicas.

Conforme o apresentado por Salerno *et al.* (2014) e Tozzi e Tozzi (2011), embora o Brasil tenha conseguido um aumento no número de concluintes em engenharia, este não foi suficiente para colocar o país bem posicionado no que se refere à proporção de engenheiros na população conforme mostra a

Figura.

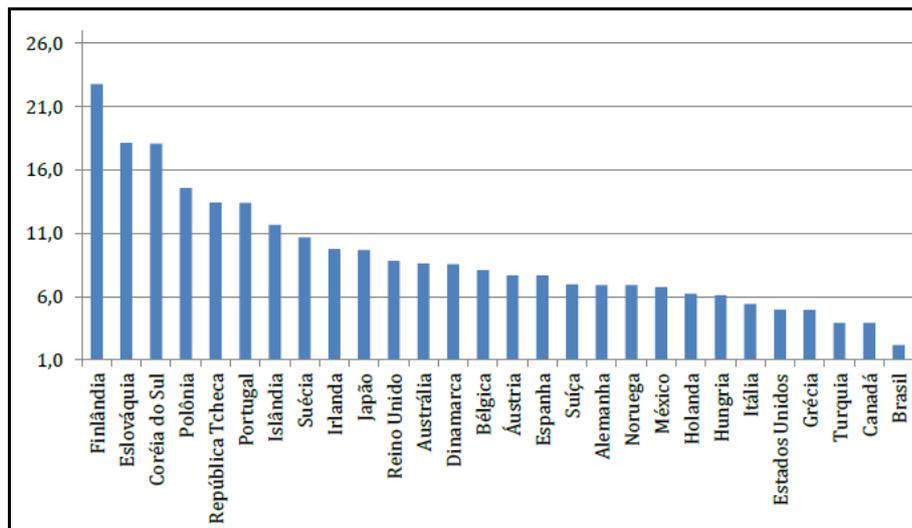


Figura 3: Número de engenheiros a cada 10 mil habitantes, segundo países, ano 2010.
Fonte: Salerno *et al.* (2014).

Analisando a

Figura e comparando o número de graduados em engenharia no Brasil e nos demais países, é possível concluir a necessidade de progressão e investimento no ensino de engenharia com o objetivo de impulsionar esta área no país.

A engenharia vem apresentando ao longo dos anos um progressivo crescimento, porém o número de concluintes ainda está muito aquém do número de ingressantes conforme mostra os dados do Censo da Educação Superior (BRASIL, 2013a).

Tabela 4: Quantitativo de vagas, de ingressantes e de concluintes em 2013.

Engenharias	Número de vagas	Número de ingressos	Número de concluintes
Engenharia Civil	101.487	91.803	13.619
Engenharia de Produção	74.201	46.968	12.181
Engenharia Mecânica	47.259	35.942	6.620
Engenharia Elétrica	43.389	26.997	6.782
Engenharia de Controle e Automação	24.250	11.401	2.752
Engenharia de Computação	16.175	8.207	1.735
Engenharia Ambiental e Sanitária	14.653	8.046	2.216
Engenharia Ambiental	13.215	8.142	2.308
Engenharia Química	12.916	9.675	2959
Engenharia de Petróleo	7.815	3.715	700
Engenharia de Alimentos	4.880	3.406	1.170
Engenharia Eletrônica	4.663	2.228	603
Engenharia	4.229	2.595	732
Engenharia Florestal	3.934	3.082	1.392
Engenharia de Telecomunicações	2.929	1.274	460
Engenharia Mecatrônica	2.711	1.743	513
Engenharia de Materiais	2.290	1.551	574
Engenharia de Minas	1.573	1.328	322
Engenharia Bioquímica	1.341	954	103
Engenharia Metalúrgica	1.193	1.051	292
Engenharia de Pesca	1.131	1.046	251
Engenharia Aeronáutica	963	323	63
Engenharia Automotiva	770	434	33
Engenharia Biomédica	763	294	76
Engenharia Agrícola	704	686	166
Engenharia Cartográfica	564	497	121
Engenharia Industrial mecânica	400	295	257
Engenharia Industrial	299	231	56
Engenharia Sanitária	274	239	14
Engenharia Têxtil	270	163	32
Engenharia Física	193	181	12

Engenharia Geológica	125	128	64
Engenharia Naval	120	125	93
Engenharia Industrial elétrica	101	91	217
Engenharia Aeroespacial	100	71	33
Engenharia de Recursos hídricos	94	109	18
Engenharia de Redes de comunicação	80	76	10
Engenharia de Produção de materiais	50	-	5
Engenharia Nuclear	30	29	-
Engenharia Eletrotécnica	-	-	36
Engenharia Industrial química	-	-	57

Fonte: Elaborado pelo Autor (a partir de dados do INEP (BRASIL, 2013a))

É relevante notar, que a Engenharia de Produção é a segunda a oferecer maior número de vagas, a apresentar uma proporção maior de ingressantes e concluintes, ficando atrás apenas da Engenharia Civil. Observa-se também o número de vagas ociosas, que segundo Oliveira *et al.* (2013) é maior nas instituições privadas e ainda que haja interesse na área, muitos deixam de ingressar por não terem possibilidades de arcar com os custos de sua formação.

É possível perceber também que o número de concluintes em 2013, embora não esteja relacionado ao número de ingressantes deste mesmo ano, ele se apresenta muito inferior em praticamente todos os cursos de engenharia. A Figura mostra a relação entre o percentual de ingressante e de concluintes, tendo como base o número de vagas oferecidas em 2013. Para a construção do gráfico, foram consideradas apenas as quinze modalidades que oferecem maior quantidade de vagas.

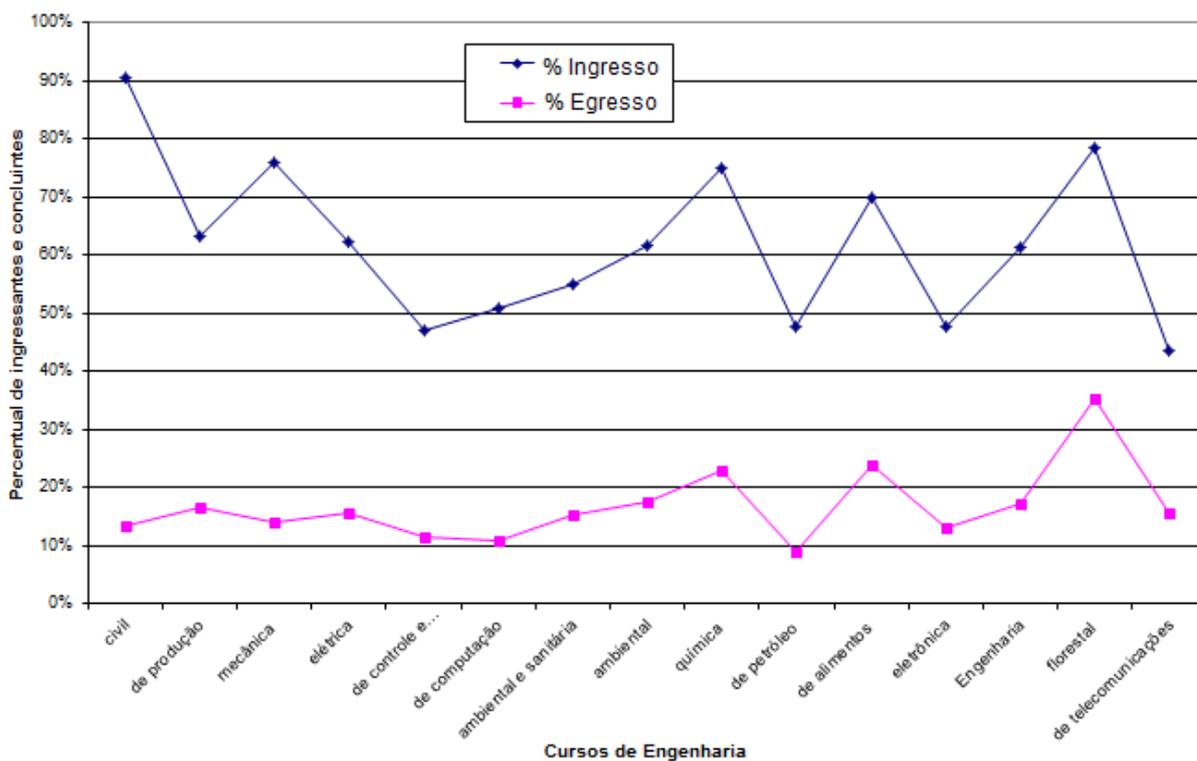


Figura 4: Relação entre o percentual do número de ingressantes e concluintes de 2013.
 Fonte: Elaborado pelo Autor (a partir de dados do INEP(BRASIL, 2013a)

Segundo a Figura, do número de vagas oferecidas pelo curso de Engenharia civil, 90% são preenchidas, mas teve apenas 13,4% desse quantitativo em concluintes. O curso que apresenta a menor disparidade entre ingressos e egressos é o de Telecomunicações, embora expresse também, a menor taxa de ingressantes.

A desproporção entre o número de ingressantes e o de concluintes se dá, em maior parte, pelo número de retenções e evasões nos cursos de Engenharia. Segundo Oliveira *et al.* (2013) e Tozzi e Tozzi (2011), a taxa média de evasão para cada 5 anos é de 50%, podendo chegar a 60% nas IES privadas. Para Reis, Cunha e Spritzer (2012) a evasão representa um investimento sem retorno para o setor público e uma perda de receitas para o setor privado. De acordo com Martins *et al.* (2014) a evasão ocorre por inúmeros motivos, sendo eles em sua maioria, “o baixo desempenho em disciplinas, a não adaptação à universidade e a má formação nos ensinamentos fundamental e médio, contribuindo para um mau desempenho nos cursos do eixo tecnológico”. Oliveira *et al.* (2013) argumenta que para aumentar o número de concluintes, é necessário, primeiramente, desenvolver projetos e mecanismos para diminuir as altas taxas de evasão nos cursos de engenharia.

Para Chinelatto *et al.* (2012), o ensino de engenharia passa por grandes

desafios, onde um deles é conseguir formar engenheiros com as habilidades e competências requeridas pelas diretrizes e a outra corresponde às lacunas na formação, carregadas pelo ingressante devido à precariedade do ensino médio, dificultando a permanência do aluno no curso.

2.3: A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

2.3.1: Breve histórico da Engenharia de Produção.

De acordo com Cunha (2002) e Furlanetto, Malzac Neto e Neves (2006), as práticas da EP vêm sendo apresentadas no meio das organizações industriais desde o início da Revolução Industrial, onde as mesmas manifestavam o anseio por maiores níveis de produtividade, incentivando a criação e evolução de métodos para a operacionalização dos sistemas de produção. A partir daí, o foco voltou-se para a otimização do chão de fábrica e do lucro dos investimentos. Ainda segundo os autores, é nesse momento que surge o Taylorismo, visando o aumento da produtividade e o Fordismo, visando a “produção em massa”.

A partir de meados do século XX, as organizações industriais de produção em massa passaram por grandes mudanças, onde o foco passou a ser o conhecimento estratégico e o aperfeiçoamento dos processos empresariais (FURLANETTO; MALZAC NETO; NEVES, 2006). Nesse momento, o engenheiro de produção surge para suprir a necessidade de um profissional que tenha competência de idealizar e reger todas as atividades produtivas desde os trabalhadores de chão de fábrica até a obtenção do produto final, (FURLANETTO; MALZAC NETO; NEVES, 2006); (WOMACK; JONES; ROOS, 1992). A figura 5 apresenta uma linha do tempo onde são expostos os fatos marcantes que fizeram parte da evolução dos processos produtivos.

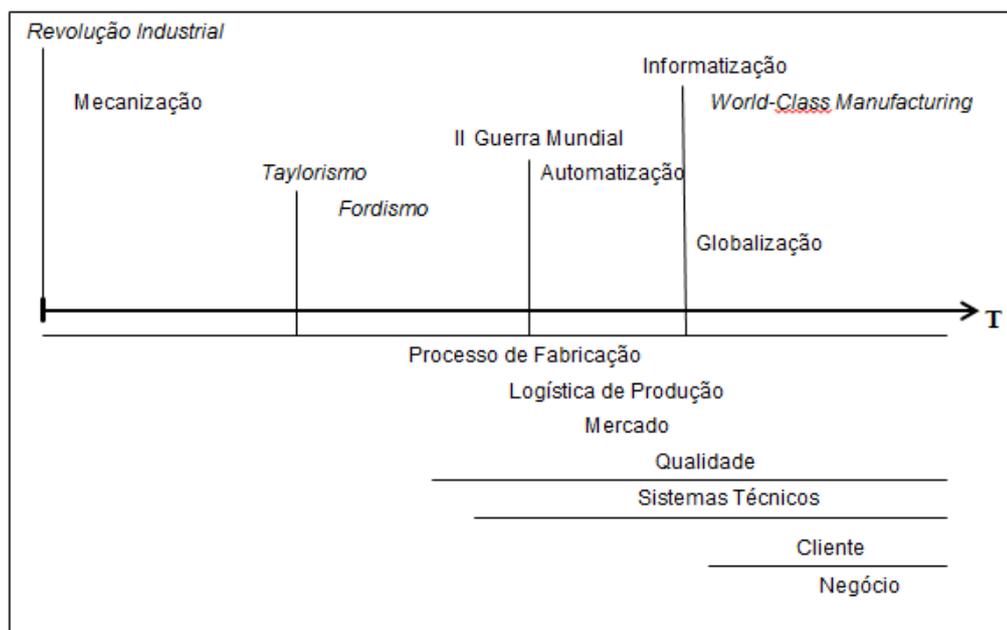


Figura 5: Foco de atenções no mundo industrial: linha do tempo.
 Fonte: Elaborado por Cunha (2002).

Segundo Faé e Ribeiro (2005), embora os princípios da Engenharia de Produção pudessem ser observados desde o início da revolução industrial, é normalmente aceito que seu surgimento formal tenha sido nos Estados Unidos durante o período de 1882 e 1912, denominada “*Industrial Engineering*”.

No Brasil, efetivamente, os primeiros indícios da engenharia de produção se deram nos anos cinquenta com a implantação de várias multinacionais no país (FAE; RIBEIRO, 2005; FURLANETTO; MALZAC NETO; NEVES, 2006). Nesse período não havia cursos para formação de engenheiros de produção no Brasil, sendo assim, outros profissionais como os engenheiros civis, mecânicos e administradores de empresas passaram a ocupar essa função. Nesse contexto desponta-se a demanda por profissionais e cursos de engenharia de produção (PIRATELLI, 2005).

Segundo Leme (1993 *apud* OLIVEIRA, 2005b) a pioneira no curso de EP foi a Universidade Politécnica da USP (Universidade de São Paulo) quando implantou em seu curso de doutoramento em engenharia, as disciplinas de Engenharia de Produção e Complemento de Organização Industrial no ano de 1955. O autor destaca que com a grande aceitação e demanda pelo curso, a universidade, em 1958, aprovou a instalação do primeiro curso de graduação em EP como uma habilitação da engenharia mecânica. Ainda de acordo com o autor, em 1959 o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e a Faculdade de Engenharia Industrial de

São Bernardo do Campo/SP (FEI) em 1963, implantaram cursos com habilitação em EP. Os cursos de pós-graduação em engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1959 e da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/Rio) em 1962 começaram a oferecer disciplinas de Produção (LEME, 1983 apud OLIVEIRA, 2005b).

Oliveira (2005b) ressalta que não há registros de nenhum curso de graduação com modalidade em EP até início da década de 1970, o que havia até então eram cursos de engenharia com habilitação em EP. O autor declara que os primeiros cursos nessa modalidade foram oferecidos pela UFRJ e pela USP de São Carlos/SP entre os anos de 1970 e 1972.

O número de cursos de graduação em EP (habilitações plenas e específicas) passou a crescer consideravelmente. Oliveira (2005a) relata que em 1980 já existiam no Brasil 18 cursos de EP, divergindo dos dados obtidos por Bittencourt, Viali e Beltrame (2010), que atestam que no início da década de 1990 havia no Brasil 15 cursos de EP e em 2008 chegou a 287. A Figura mostra com clareza essa evolução dos cursos de EP desde 1968 até 2015, considerando os cursos presenciais de EP e suas habilitações.

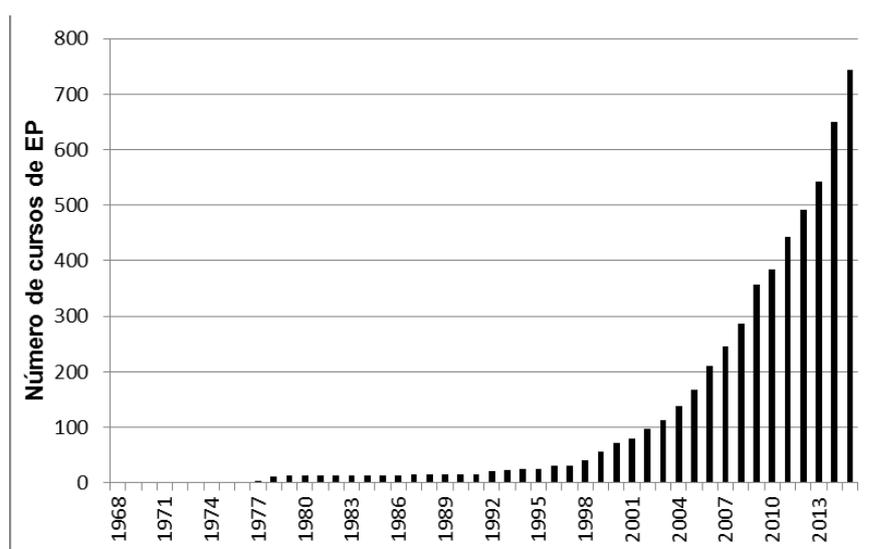


Figura 6: Evolução do número de cursos de engenharia de produção no Brasil
 Fonte: Dados obtidos de Bittencourt, Viali e Beltrame (2010) e do INEP (BRASIL, 2013a).

Dados obtidos através do sistema e-MEC em janeiro de 2015, computam 743 cursos de EP sendo que 692 são oferecidos como habilitação plena (BRASIL, 2015). A tabela 5 mostra o número de cursos de EP no Brasil separados por habilitações.

Tabela 5: Número de cursos de Engenharia de Produção no Brasil em 2015 separados por habilitações.

Cursos	Total
Produção Plena	693
Produção Mecânica	38
Produção Civil	6
Produção Agroindustrial	2
Produção Elétrica	1
Produção e Qualidade	1
Produção e Sistemas	1
Produção Química	1
Total	743

Fonte: Elaboração própria baseado em dados do sistema e-MEC.
Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 14 jan 2015.

Os dados mostram uma supremacia dos cursos de EP na habilitação plena, contando com 93% das ofertas. Em relação às habilitações específicas, tem-se um total de 50 cursos, onde a grande maioria é em engenharia de produção mecânica, correspondendo a 76% dos mesmos.

Segundo Furlanetto, Malzac Neto e Neves (2006), o crescimento do número de cursos de EP no Brasil nos últimos anos “é devido à sua formação multidisciplinar e visão sistêmica, pois o mercado de trabalho para este profissional é amplo, sendo possível atuar nas diferentes áreas de uma organização como finanças, produção, recursos humanos, *marketing* ou desenvolvimento do produto”.

Apesar da crescente evolução no número de cursos de Engenharia de Produção oferecidos no país, pouco mais da metade das vagas ofertadas são preenchidas pelos alunos ingressantes. Outro dado interessante é o que a maioria dos cursos de EP são oferecidos em áreas mais povoadas do país e com maior atividade econômica (BITTENCOURT; VIALI; BELTRAME, 2010; FAE; RIBEIRO, 2005). A Tabela apresenta o número de cursos de EP, presenciais e a distância, oferecidos por Unidade Federativa (UF).

Tabela 6: Número de cursos de Engenharia de Produção por Unidade Federativa em 2015.

UF	Presenciais	A Distância	Total
Acre	Sem registro	3	3
Alagoas	8	15	23
Amazonas	11	4	15
Amapá	2	5	7
Bahia	35	67	102
Ceará	16	31	47
Distrito Federal	4	16	20
Espírito Santo	18	26	44
Goiás	14	43	57
Maranhão	10	20	30
Minas Gerais	109	110	219
Mato Grosso do Sul	10	78	88
Mato Grosso	11	35	46
Pará	12	52	64
Paraíba	12	10	22
Pernambuco	15	23	38
Piauí	6	13	19
Paraná	54	141	195
Rio de Janeiro	97	69	166
Rio Grande do Norte	9	18	27
Rondônia	4	8	12
Roraima	1	2	3
Rio Grande do Sul	40	119	159
Santa Catarina	41	69	110
Sergipe	6	5	11
São Paulo	195	363	558
Tocantins	3	15	18
Total	743	1360	2.103

Fonte: Elaborado pelo Autor (baseado em dados do sistema e-MEC).
Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 14 jan 2015.

Analisando a tabela pode-se constatar que as UF que apresentam o maior número de cursos são pertencente às regiões Sul e Sudeste, o que corrobora com a afirmação de Bittencourt, Viali e Beltrame (2010) e Faé e Ribeiro (2005). Observa-se também, que os Estados do Acre, Amapá e Roraima apresentam o menor número de cursos de Engenharia de Produção, destacando ainda, o fato do Acre não possuir nenhum curso de engenharia de produção na modalidade presencial.

2.3.2: Competências da Engenharia de Produção

De acordo com a definição adotada pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2001):

Compete à Engenharia de Produção o projeto, a modelagem, a implantação, a operação, a manutenção e a melhoria de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, recursos financeiros e materiais, tecnologia, informação e energia. Compete ainda especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas para a sociedade e o meio ambiente, recorrendo a conhecimentos especializados da matemática, física, ciências humanas e sociais, conjuntamente com os

princípios e métodos de análise e projeto da engenharia.

A ABEPRO corrobora com sua definição, elucidando que a Engenharia de Produção, “ao voltar a sua ênfase para características de produtos (bens e/ou serviços) e de sistemas produtivos, vincula-se fortemente com as ideias de projetar e viabilizar produtos e sistemas produtivos, planejar a produção, produzir e distribuir produtos que a sociedade valoriza”, o que a torna indispensável para a elevação da qualidade de vida e competitividade do país.

Os cursos de EP podem ser oferecidos como cursos de habilitação plena que “concentram quase toda a sua carga horária profissionalizante no estudo da gestão da produção”, ou cursos com habilitações específicas (ênfases) de um dos ramos tradicionais da Engenharia que dividem essa carga entre esse estudo e o dos sistemas técnicos (CUNHA, 2002). De acordo com o mesmo autor, são habilitados como engenheiros de produção, segundo a legislação vigente, os que optam pela habilitação plena, já os que escolhem um curso com habilitação específica é enquadrado em uma das seis áreas clássicas da engenharia: civil, mecânica, elétrica, metalúrgica, minas e química.

O sistema CONFEA/CREA é responsável por fiscalizar o exercício profissional dos engenheiros, além de reconhecer e regulamentar o exercício da profissão (CUNHA, 2002). Através da Resolução 235, que discrimina as atividades profissionais do Engenheiro de Produção, o sistema CONFEA/CREA reconhece a titulação referente à modalidade “plena” (CONFEA, 1975) e pela Resolução 288, que designa o título e fixa as atribuições das novas habilitações em Engenharia de Produção e Engenharia Industrial, reconhece a modalidade “habilitação” (CONFEA, 1983).

Cunha (2002) faz uma comparação entre os cursos de EP e outros cursos técnicos como as ciências de administração de empresas. O autor atesta que a EP está mais diretamente relacionada com a gestão dos processos produtivos, enquanto as ciências da administração de empresas relacionam-se mais com a gestão dos processos administrativos, processos de negócio e na organização estrutural da empresa. Afirma ainda, que essa diferença possibilita ao engenheiro de produção solucionar problemas relacionados com a mobilização de recursos técnicos. Na

Figura é apresentada uma interseção entre essas áreas do conhecimento.

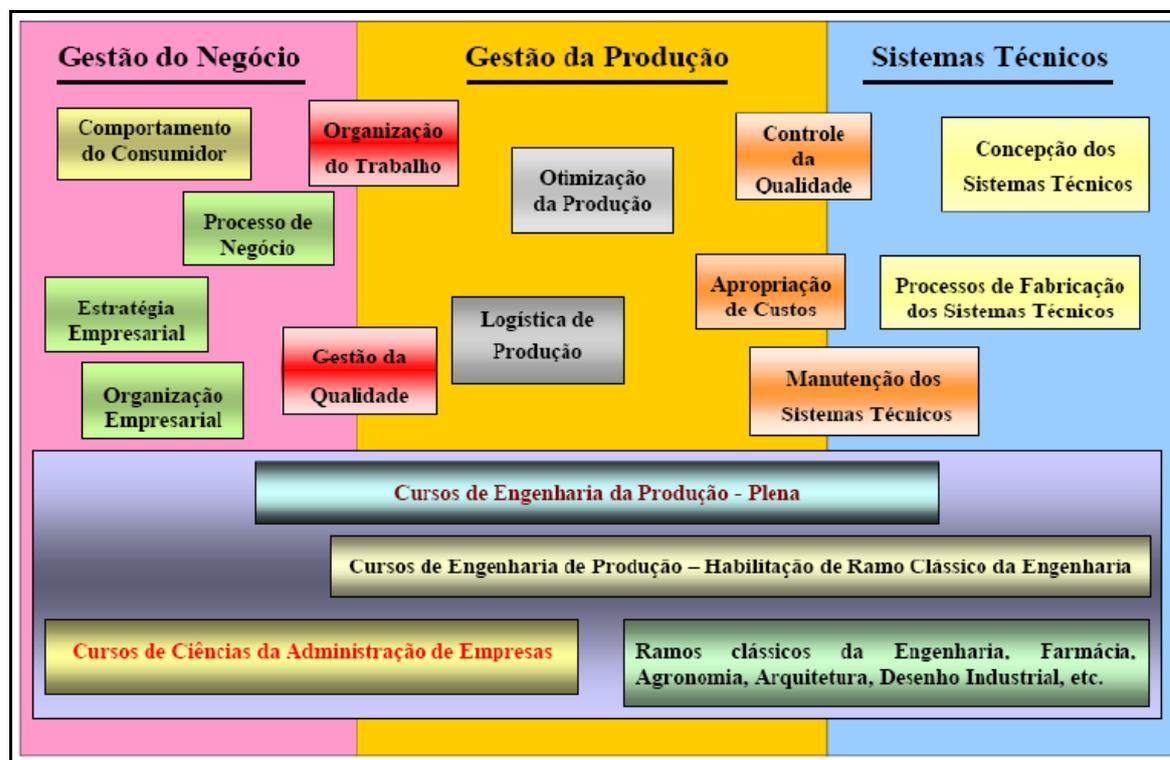


Figura 7: Áreas de concentração dos cursos de Administração de Empresas, Engenharias e demais cursos técnicos.

Fonte: Elaborado por Cunha (2002).

Nota-se que os cursos de EP na modalidade plena direcionam o ensino para a gestão da produção, enquanto a Engenharia de Produção com habilitação em um ramo clássico da engenharia engloba também os sistemas técnicos. A figura 7 revela ainda que os cursos de administração de empresas focam seus estudos na gestão do negócio e os cursos clássicos de engenharia enfatizam os sistemas técnicos, embora ambos tenham parte do seu currículo voltado para a gestão da produção.

2.3.3: A Profissão de Engenheiro de Produção

Segundo Oliveira (2005b), a profissão de engenheiro foi regulamentada no Brasil somente no ano de 1933 pelo decreto federal nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933, que “regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor”. Em 1966, esse decreto foi substituído pela lei nº 5.194 que regulava o

exercício da profissão e posteriormente, o CONFEA aprovava a resolução nº 218 que descrevia as atividades correspondentes às várias modalidades da engenharia. De acordo com o autor, essa resolução veio a ser substituída somente em 2005 pela Resolução nº 1.010.

A Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005, descreve em seu Art. 5º descreve as atribuições do engenheiro para o desempenho de atividades no âmbito das competências profissionais (CONFEA, 2005):

- Gestão, supervisão, coordenação, orientação técnica;
- Coleta de dados, estudo, planejamento, projeto, especificação;
- Estudo de viabilidade técnico-econômica e ambiental;
- Assistência, assessoria, consultoria;
- Direção de obra ou serviço técnico;
- Vistoria, perícia, avaliação, monitoramento, laudo, parecer técnico, auditoria, arbitragem;
- Desempenho de cargo ou função técnica;
- Treinamento, ensino, pesquisa, desenvolvimento, análise, experimentação, ensaio, divulgação técnica, extensão;
- Elaboração de orçamento;
- Padronização, mensuração, controle de qualidade;
- Execução de obra ou serviço técnico;
- Fiscalização de obra ou serviço técnico;

- Produção técnica e especializada;
- Condução de serviço técnico;
- Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
- Execução de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
- Operação, manutenção de equipamento ou instalação;
- Execução de desenho técnico.

O CONFEA, em sua resolução nº 235, de 09 de outubro de 1975, é mais específica no que diz respeito as atividades profissionais do engenheiro de produção. O referido documento informa que os engenheiros de produção devem desempenhar as atividades descritas no artigo 1º da Resolução nº 218, de 29 jun 1973, pertinentes aos procedimentos na fabricação industrial, aos métodos e sequências de produção industrial em geral e ao produto industrializado; seus serviços afins e correlatos (CONFEA, 1975). As atividades listadas são (CONFEA, 1973):

- Supervisão, coordenação e orientação técnica;
- Estudo, planejamento, projeto e especificação;
- Estudo de viabilidade técnico-econômica;
- Assistência, assessoria e consultoria;
- Direção de obra e serviço técnico;
- Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;

- Desempenho de cargo e função técnica;
- Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão;
- Elaboração de orçamento;
- Padronização, mensuração e controle de qualidade;
- Execução de obra e serviço técnico;
- Fiscalização de obra e serviço técnico;
- Produção técnica e especializada;
- Condução de trabalho técnico;
- Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
- Execução de instalação, montagem e reparo;
- Operação e manutenção de equipamento e instalação;
- Execução de desenho técnico.

Segundo Furlanetto, Malzac Neto e Neves (2006), o curso de Engenharia de Produção deve estar habilitado a tomar decisões onde há a interação de diversos fatores, visando alcançar uma máxima eficiência técnica juntamente com a otimização de custos, ou seja, eles têm a função de “reduzir custos e melhorar a qualidade dos produtos, cuidar da distribuição e da gestão dos processos produtivos de forma geral”.

2.3.4: Diretrizes curriculares para o Curso de Engenharia de Produção.

Alicerçada na Resolução CNE/CES 11, a ABEPRO, com o intuito de complementar as DCN para os cursos de graduação em engenharia, elaborou um documento baseado em reuniões promovidas pela mesma contendo as Diretrizes Curriculares para os cursos de EP onde o mesmo foi apresentado por Cunha (2002).

As diretrizes apontaram o mesmo núcleo de conhecimentos básicos adotados nas DCN para os cursos de graduação em engenharia e definiram o núcleo de conhecimentos específicos (conteúdos profissionais) para o engenheiro de produção. O quadro 3 apresenta os conteúdos profissionais e suas subdivisões.

Núcleo de conteúdos profissionais	Subdivisões do núcleo de conteúdos profissionais
Engenharia do Produto	Planejamento do Produto; Projeto do Produto.
Projeto de Fábrica	Análise de Localização; Instalações Industriais; Arranjo Físico; Movimentação de Materiais.
Processos Produtivos	Processos Discretos de Produção; Processos Contínuos de Produção; Fundamentos de Automação; Planejamento de Processos.
Gerência de Produção	Planejamento e Controle da Produção; Organização/Planejamento da Manutenção; Logística e Distribuição; Estratégia da Produção; Gestão Ambiental.
Qualidade	Gestão da Qualidade; Controle Estatístico da Qualidade; Normalização e Certificação; Metrologia; Inspeção e Ensaios; Confiabilidade.
Pesquisa Operacional	Programação Matemática; Processos Estocásticos; Simulação de Sistemas de Produção; Avaliação e Apoio à Tomada de Decisão.
	Organização do Trabalho; Ergonomia; Higiene e Segurança do

Engenharia do Trabalho	Trabalho; Engenharia de Métodos e Processos.
Estratégia e Organizações	Planejamento Estratégico; Organização Industrial; Economia Industrial; Gestão Tecnológica; Sistemas de Informação.
Gestão Econômica	Engenharia Econômica; Custos da Produção; Viabilidade Econômico-financeira.

Quadro 3: Núcleo de conhecimentos específicos para o Curso de Engenharia de Produção.
Fonte: Adaptado de Cunha (2002)

As Diretrizes Curriculares para os cursos de EP também foram baseadas em competências e habilidades. O

Quadro detalha essas competências e habilidades a serem desenvolvidas no curso de engenharia de produção.

Competências	Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de dimensionar e integrar recursos físicos, humanos e financeiros a fim de produzir, com eficiência e ao menor custo, considerando a possibilidade de melhorias contínuas; • Ser capaz de utilizar ferramental matemático e estatístico para modelar sistemas de produção e auxiliar na tomada de decisões; • Ser capaz de projetar, implementar e aperfeiçoar sistemas, produtos e processos, levando em consideração os limites e as características das comunidades envolvidas; • Ser capaz de prever e analisar demandas, selecionar tecnologias e <i>know-how</i>, projetando produtos ou melhorando suas características e funcionalidade; • Ser capaz de incorporar conceitos e técnicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Compromisso com a ética profissional; • Iniciativa empreendedora; • Disposição para auto aprendizado e educação continuada; • Comunicação oral e escrita; • Leitura, interpretação e expressão por meios gráficos; • Visão crítica de ordens de grandeza; • Domínio de técnicas computacionais; • Domínio de língua estrangeira; • Conhecimento da legislação pertinente; • Capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares;

da qualidade em todo o sistema produtivo, tanto nos seus aspectos tecnológicos quanto organizacionais, aprimorando produtos e processos, e produzindo normas e procedimentos de controle e auditoria;

- Ser capaz de prever a evolução dos cenários produtivos, percebendo a interação entre as organizações e os seus impactos sobre a competitividade;
- Ser capaz de acompanhar os avanços tecnológicos, organizando-os e colocando-os a serviço da demanda das empresas e da sociedade;
- Ser capaz de compreender a inter-relação dos sistemas de produção com o meio ambiente, tanto no que se refere a utilização de recursos escassos quanto à disposição final de resíduos e rejeitos, atentando para a exigência de sustentabilidade;
- Ser capaz de utilizar indicadores de desempenho, sistemas de custeio, bem como avaliar a viabilidade econômica e financeira de projetos;
- Ser capaz de gerenciar e otimizar o fluxo de informação nas empresas utilizando tecnologias adequadas.

- Capacidade de identificar, modelar e resolver problemas.
- Compreensão dos problemas administrativos, socioeconômicos e do meio ambiente;
- Responsabilidade social e ambiental;
- “Pensar globalmente, agir localmente”;

Quadro 4: Competências e Habilidades a serem desenvolvidas nos cursos de EP.
Fonte: Elaboração própria baseada em Cunha (2002).

Segundo este documento, com um ensino fundamentado nessas habilidades e competências, é esperado que o formando em Engenharia de Produção apresente:

Sólida formação científica e profissional geral que capacite o engenheiro de produção a identificar, formular e solucionar problemas ligados às atividades de projeto, operação e gerenciamento do trabalho e de sistemas de produção de bens e/ou serviços, considerando seus aspectos humanos, econômicos, sociais e ambientais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (CUNHA, 2002).

Entretanto, a ABEPRO embora proponha as competências requeridas para um engenheiro de produção, não conceitua o termo e nem salienta como cada competência é composta por conhecimentos, habilidades e atitudes como é defendido por Duarte e Dellagnelo (2001).

2.4: O ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA

De acordo com as DCN, os egressos dos cursos de engenharia tem que ter

um perfil com forte formação científica, tecnológica, humanista e empreendedora (BRASIL, 2002). Segundo Oliveira e Passos (2014), a cultura científica é inserida no ciclo básico do curso, onde são abordadas as disciplinas de matemática e física.

Os alunos do ciclo básico das engenharias recebem, ao longo de dois anos, ensinamentos referentes a todas as áreas da Física, contemplando disciplinas teóricas e práticas. A Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade-Magnetismo, Acústica, Física dos Meios Contínuos, Óptica e Ondas, são condensadas nos primeiros três semestres, e no quarto semestre é abordado a Física Moderna, contendo a Mecânica Quântica antiga (Semi-Clássica), noções sobre a Mecânica Quântica Moderna, Estrutura da Matéria, Física Nuclear, Óptica eletrônica, Fibras Ópticas, Cristalografia, Estado Sólido, Relatividade e Cosmologia, Física de Altas Energias (SZAJNBERG; ZAKON, 2001). Segundo os autores, a função do ciclo básico é preparar o aluno para o ciclo profissionalizante. Contudo, o ensino de física para as engenharias é oferecido, em grande parte das universidades, nos centros básicos, por professores que desconhecem a continuidade do curso, gerando um ensino segmentado e sem integração entre o ciclo básico e profissional (MELLO; MELLO, 2003).

De modo geral, é no ciclo básico que ocorre a maior taxa de evasão e retenção dos alunos, mais precisamente no primeiro ano de curso, sendo um dos grandes fatores dessa evasão/retenção, as disciplinas de física (OLIVEIRA; PASSOS, 2014). Barbeta e Yamamoto (2002) certificam que os alunos chegam ao ensino superior sem domínio dos conceitos básicos de física, suscitando mau desempenho, já que, a princípio, esses conceitos são reapresentados, porém com um nível maior de aprofundamento. Os autores ainda afirmam que em alguns cursos, onde o uso excessivo de ferramentas matemáticas não se faz necessário, procura-se discutir a física em termos conceituais.

Para Oliveira (2009) a explicação do insucesso dos estudantes está, em parte, no ensino tradicional. Neste caso, o professor tenta passar o conteúdo de forma textual e linear, tornando o aprendizado desmotivante e sem significado para o aluno (SILVA; CECÍLIO, 2007). Para os autores, para que ocorra o aprendizado, é preciso que a relação professor-aluno seja construtiva e participativa. Para Machado e Pinheiro (2010), à luz das DCN, é necessário que os docentes promovam “atividades de ensino que levem seus alunos a exercitarem sua capacidade em

resolver problemas” enfatizando ainda que:

Dessa forma, entende-se que a proposta das DCNs destina-se a dotar o aluno de condições que lhe permitam avaliar e buscar soluções para os problemas que se apresentarão em sua futura atividade profissional, levando em consideração tanto aspectos relacionados à sua formação profissional quanto à sua formação enquanto cidadão.

De acordo com Silva e Cecílio (2007), existe uma separação entre teoria e prática atravancando o processo de ensino-aprendizagem nas engenharias, onde professores passam o conhecimento do que não sabem na prática e ao mesmo tempo, engenheiros se tornam professores repassando o que sabem fazer. Segundo os autores, os professores devem apresentar, além de um domínio profissional e científico, uma atuação reflexiva para que eles “tenham consciência de sua ação educativa como estratégia de formação de profissionais e reconheçam que o trabalho docente é muito mais do que repetir aquilo que aprenderam nos cursos de formação inicial”.

Para Oliveira (2009) é possível utilizar abordagens didáticas para o ensino de física que sejam capazes de motivar os estudantes proporcionando-lhes uma aprendizagem ativa.

3: METODOLOGIA

3.1: CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é classificada quanto a sua natureza, abordagem, objetivo e procedimentos. De acordo com Silva e Menezes (2005), no que se refere à natureza, a pesquisa classifica-se como pesquisa aplicada, pois tem por objetivo a geração de conhecimentos para aplicação prática, utilizando de técnicas já consolidadas, destinados a solucionar problemas específicos.

Ainda segundo Silva e Menezes (2005), quanto a abordagem, esta pesquisa pode ser classificada tanto como qualitativa quanto quantitativa, dependendo de sua fase de execução. Uma pesquisa qualitativa, na visão de Neves (1996), é direcionada à “obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo”, enquanto a quantitativa, segundo Silva e Menezes (2005), faz uso de recursos e técnicas estatísticas, convertendo as informações obtidas em números para serem analisados. Tendo em vista os conceitos supracitados, constata-se que os questionários aplicados a população de interesse são caracterizados como uma abordagem qualitativa de coleta de dados, porém a conversão das respostas a uma escala numérica, possibilitando um tratamento estatístico, caracteriza esta fase como quantitativa. Entretanto, a etapa de mineração de texto para identificação dos conteúdos de física considerados essenciais para o exercício da profissão de um engenheiro de produção, utiliza técnicas quantitativas de contagem de radicais para gerar um resultado qualitativo.

Quanto ao objetivo da pesquisa, no pensar de Gil (2008), pode ser definida como descritiva e exploratória. Segundo o autor, a pesquisa descritiva visa “descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”, tem como instrumentos de coleta de dados os questionários e a observação sistemática, por outro lado, uma pesquisa exploratória tem por objetivo conhecer melhor o problema para daí formular hipóteses, utiliza como principal instrumento a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. Sendo assim, são classificados como descritivas no momento de expor a realidade dos conteúdos tratados e requisitados pelo ingressante e egressante do curso, mas exploratório para conhecer a realidade dos conteúdos de física

demandados nos concursos públicos do engenheiro de produção.

Do ponto de vista de Gil (2008), no que diz respeito aos procedimentos técnicos, a presente pesquisa teve sua categorização de acordo com a sua fase. Na construção da fundamentação teórica e na elaboração do questionário a pesquisa pode ser classificada como bibliográfica, por ser produzida a partir de um material já existente como livros, artigos ou material disponibilizado na internet. A etapa correspondente a investigação dos conteúdos de física demandados nos concursos públicos para o engenheiro de produção pode ser considerada uma pesquisa documental, pois, embora se assemelhe à bibliográfica, utiliza um material que ainda não recebeu tratamento analítico, como por exemplo: documentos, cartas, fotografias, tabelas estatísticas, entre outros. A coleta de dados por meio de questionário é especificada como levantamento por envolver a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. Por fim, a execução de todos os procedimentos técnicos realizados no município de Campos dos Goytacazes, com o intuito de conhecer detalhadamente o objeto de estudo, permite categorização da pesquisa como um estudo de caso.

3.2: PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

O primeiro passo da pesquisa foi a elaboração de um questionário (APÊNDICE A), seguida de sua aplicação a professores de física que ministram a disciplina de física nos cursos de Engenharia de Produção no município de Campos dos Goytacazes no período correspondente aos meses de outubro e novembro de 2014. Nele foi apresentada um banco de questões referentes aos dados pessoais do respondente para fins de caracterização da amostra e uma relação de conteúdos de física referentes ao ensino médio e ensino superior, tendo por objetivo a revelação da perspectiva de observação e entendimento do docente quanto aos assuntos listados, em referência aos alunos da EP.

A finalidade de aplicação do questionário foi:

(a) caracterizar a amostra,

(b) identificar conteúdos de física do ensino médio que são essenciais como pré-

requisitos para cursar disciplinas da Física do curso superior de Engenharia de Produção;

(c) identificar conteúdos de física do ensino superior, considerados essenciais para a formação do engenheiro de produção. Para isso, após a tabulação dos dados em uma planilha Excel, foi empregada uma avaliação por estatística descritiva recorrendo à média, distribuição de frequência e gráficos, além de um método estatístico utilizado para validação dos itens, o método Lawshe. A descrição do método está baseada no trabalho de Lawshe (1975) e Ayre e Scally (2014).

O método Lawshe é utilizado para estabelecer e quantificar a validade de conteúdos em diversos campos de estudo. Neste trabalho, o mesmo está sendo destinado a verificar a concordância entre os docentes respondentes a respeito de quanto um determinado item é essencial. Para isso foi calculado uma frequência relativa (%) denominada frequência essencial ($FR_{\text{essencial}}$), que pode apresentar valores entre 0% e 100%, através da razão entre os que assinalaram a opção “(3) essencial” e o total de entrevistados, excluindo-se destes os que responderam “(N) não sei”.

Para Lawshe (1975), um nível de concordância acima de 50% significa que este item possui pelo menos alguma validade de conteúdo. Sendo assim, o autor desenvolveu o cálculo do “*Content Validity Ratio*” (CVR), interpolando-se a $FR_{\text{essencial}}$, variando de 0% a 100% e o CVR, variando de (-1), discordância perfeita, a (+1), concordância perfeita, obtendo a equação:

$$CVR = \frac{2 \times FR_{\text{essencial}}}{100} - 1$$

Equação 1: Método de cálculo do CVR

As respostas são agrupadas como essencial ou não essencial, seguindo uma distribuição binomial, com possibilidade de aproximação para distribuição normal, com média e variância obtidas através de:

$$\mu = n.p$$

Equação 2: Método de cálculo da média.

$$\sigma^2 = n.p(1 - p)$$

Equação 3: Método de cálculo da variância.

Sendo n = número de respondentes (excluindo-se os que assinalaram “não sei”) e p = probabilidade de ocorrência como essencial, no qual se adotou o valor igual a 0,5. Utilizando-se, o nível de significância de 5%, foi calculado o $CVR_{\text{crítico}}$. Ayre e Scally (2014) apresentam uma tabela com valores do CVR, baseado no trabalho de Lawshe (1975), para um número de respondentes variando de 1 a 40. Segundo Lawshe (1975), o conteúdo é essencial caso o CVR calculado para determinado item seja maior que o $CVR_{\text{crítico}}$.

O segundo passo da pesquisa consistiu-se em uma busca, via internet, das provas de concursos públicos para o cargo de engenheiro de produção. O site Questões de Concurso (disponível em: <<https://www.questoesdeconcursos.com.br/>> , acesso em: 15 mar. 2014) foi escolhido para a captação dessas provas. Para a triagem das questões foi escolhida a opção “Questões”. A partir de então, utilizou-se um filtro para obter apenas os conteúdos pertinentes à pesquisa, onde foi selecionada para “Cargo” a opção de “Engenheiro de Produção” e para “Disciplina”, a opção “Engenharia de Produção”. As questões obtidas foram copiadas e coladas em um arquivo.

Seguidamente, elaborou-se um segundo arquivo com palavras chaves referente a cada conteúdo (Apêndice B), e estes, foram divididos em blocos temáticos. Realizou-se então, uma mineração de texto no arquivo de questões, utilizando o software *text mining* (INTEXT, 2015). Para isso, inseriu-se o arquivo de palavras chaves na ferramenta de mineração, e esta, por classificação, elencou o número de questões em que as palavras chaves apareciam, por bloco. Sendo assim, pode-se fazer uma comparação dos conteúdos de física cobrados em tais concursos e os considerados essenciais para a formação do Engenheiro de Produção na ótica dos docentes.

3.3: INSTRUMENTO DE PESQUISA

O presente estudo utiliza dois instrumentos de pesquisa: um questionário que foi aplicado aos professores de EP do município de Campos dos Goytacazes e um levantamento das provas de concursos públicos para engenheiros de produção em todo o país com objetivo de apurar os conteúdos de física cobrados pelos mesmos.

O questionário foi elaborado a partir de uma compilação de conteúdos de física lecionados no Ensino Médio e no Ensino Superior. De acordo com dados do resumo do censo escolar 2012, coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), 84,8% das matrículas de ensino médio são ofertadas pela rede estadual de ensino, enquanto 12,8% pertencem à rede privada e pouco mais de 2,4%, são oferecidas pelas redes federal e municipal em conjunto (INEP, 2013b). Tendo a esfera estadual predominância sobre as matrículas de ensino médio, a seleção de conteúdos de física para elaboração do questionário foi baseada no currículo mínimo de física do estado do Rio de Janeiro. Além disso, também foram considerados os conteúdos de física requeridos no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) pelo fato de ser o principal meio de acesso ao ensino superior.

Para a compilação dos conteúdos de física do curso superior em Engenharia de Produção, foram utilizados os volumes 1, 2, 3 e 4 do livro Fundamentos de Física do autor Halliday Resnick Walker, por ser o mais indicado nas ementas do curso.

Cada item exposto teve como opções de resposta: não importante (1), importante mas não essencial (2), essencial (3) e não sei (N). Isto posto, o professor respondente deveria assinalar uma das alternativas, referindo-se inicialmente à importância ou não do conteúdo como pré-requisitos para o aluno ingressante cursar disciplinas da física no superior de Engenharia de Produção e posteriormente, apontar o grau de importância desse mesmo assunto para o estudante egresso do curso, ou melhor, para a formação de um engenheiro de produção.

Após a confecção do questionário, o mesmo passou por um processo de validação que teve como finalidade corrigir possíveis erros de interpretação. Assim sendo, o instrumento foi aplicado a um pequeno grupo de indivíduos, dentre eles haviam professores de física e outros com características semelhantes aos da

amostra. A partir daí, foram feitas duas mudanças, uma estrutural e outra num item onde o conteúdo que se pretendia avaliar não estava apresentado claramente. Para testar a confiabilidade do instrumento, o mesmo foi apresentado à profissionais da área, onde segundo Monteiro e Hora (2014), especialistas tendem a fornecer dados confiáveis. Seguidamente, os questionários foram aplicados à amostra.

O segundo instrumento foi composto de uma pesquisa, via internet, das provas de concursos públicos para o cargo de Engenheiro de Produção no Brasil. Com base no levantamento das questões das provas, obtidas através do site Questões de Concurso (disponível em: <<https://www.questoesdeconcursos.com.br/>> , acesso em: 15 mar. 2014) foi realizada uma mineração de texto, que segundo Aranha e Passos (2006), “é um conjunto de métodos usados para navegar, organizar, achar e descobrir informação em bases textuais”. O software utilizado relaciona cada palavra chave com o arquivo de questões. Toda vez que determinada palavra chave é identificada no texto (arquivo de questões), ela é contabilizada em certo bloco de conteúdos, sendo que a mesma pode fazer parte de mais de um bloco, fazendo que seja computada mais de uma vez.

3.4: POPULAÇÃO E AMOSTRA

A proposta inicial foi aplicar e recolher o questionário de 100% do corpo docente que leciona a disciplina de física para os cursos de EP na localidade de Campos dos Goytacazes. O município dispõe de 6 (seis) IES que oferecem o curso de EP, dentro das quais se distribuem 18 (dezesete) professores de interesse da pesquisa. Entretanto, a devolução do instrumento não foi realizada em sua totalidade. Diante disso, o total recolhido e tabulado foi em torno de 72,2%, o que corresponde a 13 questionários. A tabela abaixo revela a população de professores de física que lecionam no curso de EP e o número de respondentes em cada IES.

Tabela 7: Adesão à pesquisa dos docentes de física nos cursos de EP em Campos dos Goytacazes.

IES	Total de Docentes de Física na EP (População)	Docentes de física respondentes (Amostra)
FACREDENTOR	3	2
ISECENSA	2	2
UCAM	4	1
UENF	5	5
UNESA	3	2

UNIVERSO	1	1
----------	---	---

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Quanto às provas, foi feito um banco de dados com 582 questões específicas da área, obtidas através do site Questões de Concurso (disponível em: <<https://www.questoesdeconcursos.com.br/>> ,acesso em: 15 mar. 2014) contemplando os concursos: Petrobrás, do Tribunal de Justiça do Ceará, Banco Nacional do Desenvolvimento, Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Transpetro, Correios, Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, Fundação Instituto Osvaldo Cruz, Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Universidade Federal Fluminense e Empresa Brasileira de Hemoderivados e Biotecnologia.

4: RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo está dividido em duas sessões. A primeira trata da caracterização da amostra que tem como referência a categoria administrativa e a instituição ao qual o respondente apresenta maior concentração de sua carga horária, a área da física que leciona segundo a coleção Fundamentos de Física do Halliday e Resnick, a graduação e a titulação máxima do professor. A segunda sessão apresenta os resultados obtidos através da aplicação dos questionários relacionados aos conteúdos de física considerados essenciais ou não como pré-requisito para um aluno ingressante num curso de EP e para um egresso do curso.

4.1: CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A presente análise tem por objetivo descrever com mais detalhes a amostra. A figura 8 mostra o percentual de adesão à pesquisa dos professores de física nos cursos de Engenharia de Produção em Campos dos Goytacazes.

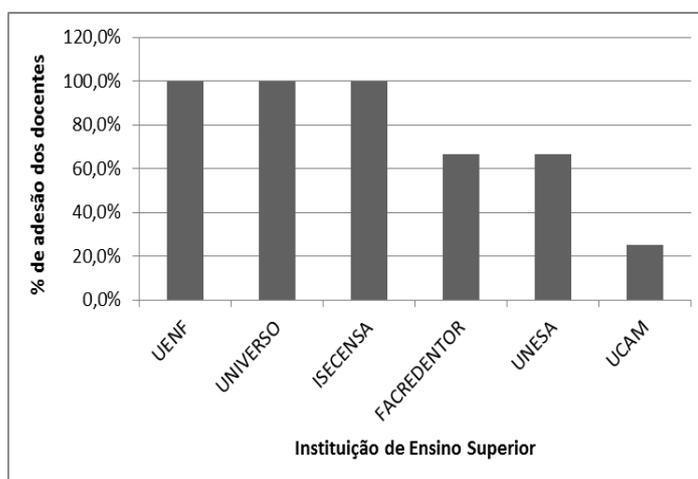


Figura 8: Adesão dos docentes de Física do Curso de Engenharia de Produção à pesquisa.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Observa-se que os professores da IES denominada UCAM foram os que participaram da pesquisa em menor proporção, enquanto que os docentes da UENF, UNIVERSO e ISECENSA, que fizeram parte do grupo de interesse da pesquisa, participaram em sua totalidade.

A figura 9 apresenta o percentual de professores de física no que diz respeito a sua categoria administrativa, ou seja, o tipo de instituição que o respondente tem vínculo ou concentra sua maior carga horária.

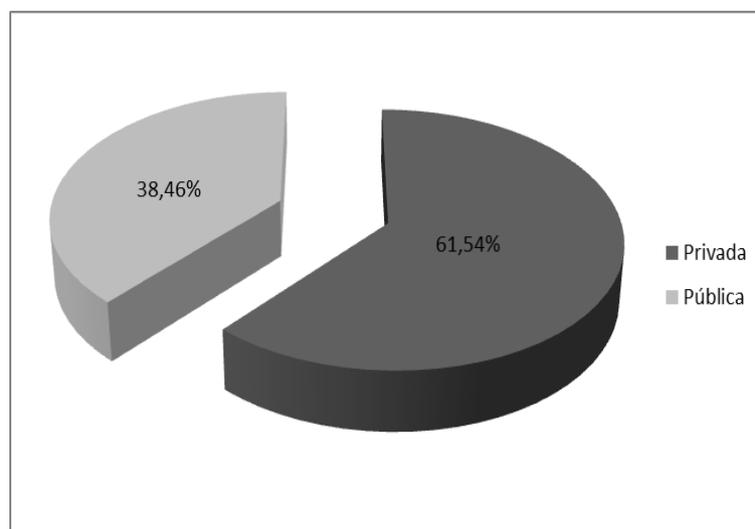


Figura 9: Proporção entre as categorias administrativas.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Nota-se que dos 13 professores pesquisados, 61,54% concentram sua maior carga horária em uma instituição privada, enquanto a minoria, em uma instituição pública. É relevante ressaltar que foram aplicados e recolhidos os questionários de 13 professores de física, distribuídos entre as seis IES do município de Campos dos Goytacazes que oferecem o curso de EP. Dessas seis instituições, apenas uma é pública. Na figura 10 é apresentado o percentual de professores pesquisados por IES.

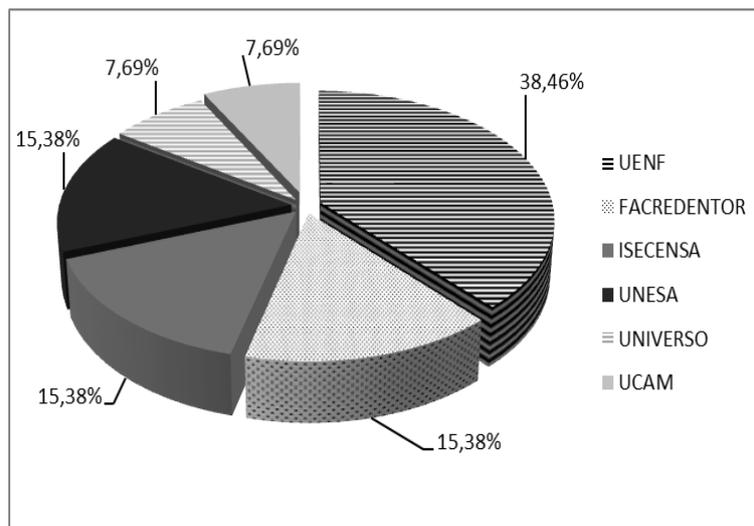


Figura 10: Proporção entre as Instituições de Ensino Superior ao qual os pesquisados concentram maior carga horária.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Embora a figura 9 tenha mostrado um maior número de professores respondentes lecionando no ensino privado, quando este número é separado por denominação da IES, é possível observar que a UENF, que é uma instituição pública, apresenta o maior de docentes pesquisados, cerca de 38,5%.

Na figura 11 é feita uma amostragem do percentual referente à área da física ministrada pelos pesquisados. Segundo o questionário aplicado, o professor deveria responder qual o volume da coleção Fundamentos da Física ele ministrava. A coleção é dividida em: volume 1 – Mecânica, Volume 2 – Gravitação e Ondas, volume 3 – Eletromagnetismo e volume 4 – Óptica e Física Moderna.

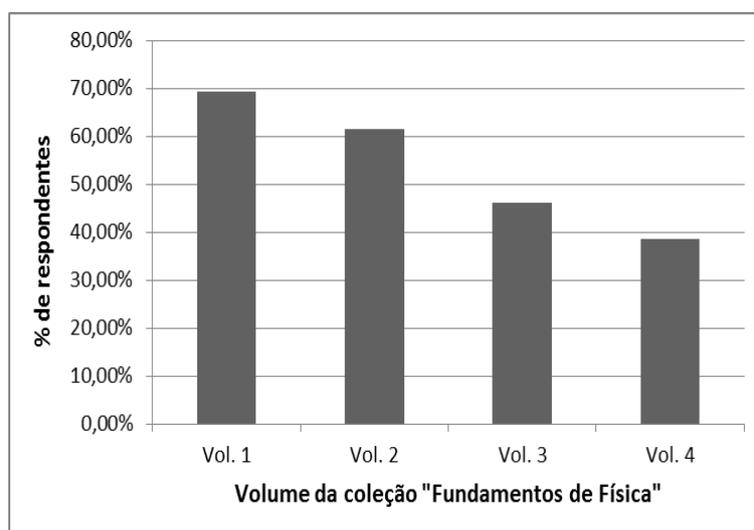


Figura 11: Volumes da coleção Fundamentos da Física ministrados pelos professores pesquisados.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Observa-se através da figura 11 que aproximadamente 70% dos docentes lecionam a Mecânica, enquanto a Óptica e a Física Moderna é ministrada por um quantitativo menor, cerca de 39% dos professores. Um fator que explica o baixo percentual de docentes que ministram o volume 4 da coleção adotada é que nem todas as IES que fizeram parte da pesquisa apresentam em sua grade curricular disciplinas que contemplem a Física Moderna.

Outro item usado para caracterizar a amostra foi a identificação da graduação do respondente. A

Figura apresenta as graduações dos professores.

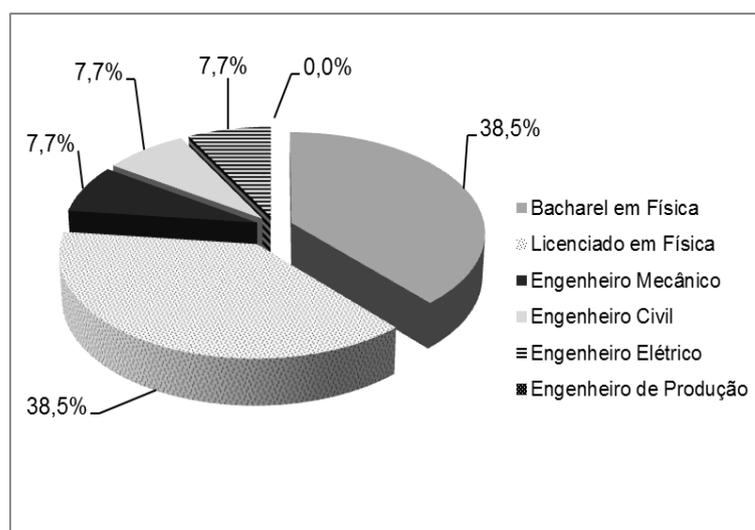


Figura 12: Graduação dos professores pesquisados.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

A partir da

Figura pode-se notar que os a formação inicial dos professores de física que lecionam nos cursos de engenharia de produção na localidade de Campos dos Goytacazes é formado em física, seja ele Bacharel ou Licenciado, o que soma um pouco mais de 80% da amostra. Outro dado interessante é que dentre os respondentes, nenhum deles apresenta sua formação no Curso de Engenharia de Produção. A

Figura mostra a titulação máxima dos pesquisados.

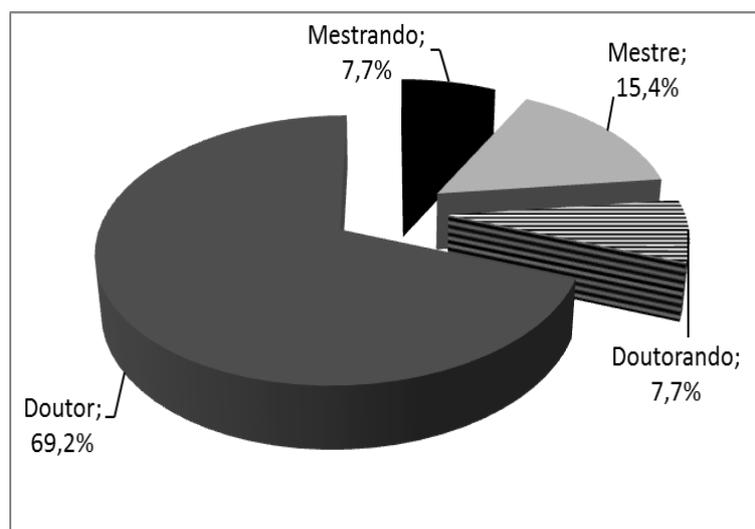


Figura 13: Titulação máxima do professores pesquisados.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

A

Figura mostra que dos 13 pesquisados, 69,2% são doutores e a menor titulação apresentada foi a de mestrando, o que quer dizer que nenhum dos professores apresentou-se somente como graduado ou especialista.

4.2: RESULTADOS E ANÁLISES DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA

4.2.1: Conteúdos Considerados Essenciais para o Ingresso e Egresso na Ótica dos Professores Respondentes.

Este tópico apresenta os resultados obtidos a partir das respostas dos pesquisados e discute os resultados obtidos. Os conteúdos foram separados em oito blocos distintos, cada um com um conjunto de conteúdos. O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra os conteúdos pertinentes a cada bloco.

Bloco de conteúdos	Relação de conteúdos
Conhecimentos básicos e fundamentais	1) Noções de ordem de grandeza e notação científica; 2) Sistema Internacional de Unidades; 3) Ferramentas básicas: gráficos e vetores; 4) Conceituação de grandezas vetoriais e escalares.

<p>O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas</p>	<p>5) Grandezas fundamentais da mecânica: tempo, espaço, velocidade e aceleração; 6) Relação histórica entre força e movimento; 7) Descrições do movimento e sua interpretação: quantificação do movimento e sua descrição matemática e gráfica; 8) Casos especiais de movimentos e suas regularidades observáveis; 9) Conceito de inércia; 10) Noção de sistemas de referência inerciais e não inerciais; 11) Força e variação da quantidade de movimento; 12) Leis de Newton e suas aplicações; 13) Força de atrito, força peso, força normal de contato e tração; 14) Centro de massa, centro de gravidade e a ideia de ponto material; 15) Diagramas de forças; 16) Identificação das forças que atuam nos movimentos circulares; 17) Noção de força centrípeta e sua quantificação; 18) Conceito de forças externas e internas; 19) Noção dinâmica de massa e quantidade de movimento (momento linear); 20) Lei da conservação da quantidade de movimento (momento linear) e teorema do impulso; 21) Momento de uma força (torque); 22) Condições de equilíbrio estático de ponto material e de corpos rígidos; 23) Momento de inércia, rolamento e momento angular; 24) Hidrostática; 25) Hidrodinâmica.</p>
<p>Energia, trabalho e potência</p>	<p>26) Conceituação de trabalho, energia e potência; 27) Conceito de energia potencial e de energia cinética; 28) Conservação de energia mecânica e dissipação de energia; 29) Trabalho de uma força; 30) Forças conservativas e dissipativas; 31) Diferentes formas de energia.</p>
<p>A mecânica e o funcionamento do universo</p>	<p>32) Aceleração gravitacional e Lei da Gravitação Universal; 33) Leis de Kepler; 34) Movimentos de corpos celestes; 35) Influência na Terra: marés e variações climáticas; 36) Concepções históricas sobre a origem do universo e sua evolução.</p>
<p>O calor e os fenômenos térmicos</p>	<p>37) Conceitos de calor e de temperatura; 38) Termometria; 39) Transferência de calor, equilíbrio térmico, capacidade calorífica e calor específico; 40) Propagação do calor; 41) Dilatação térmica; 42) Mudanças de estado físico, calor latente de transformação e diagramas de fase; 43) Comportamento de gases ideais; 44) Leis da Termodinâmica; 45) Aplicações e fenômenos térmicos de uso cotidiano; 46) Compreensão de fenômenos climáticos relacionados ao ciclo da água.</p>

Quadro 5: Relação de conteúdos de física. (1)

Fonte: Elaborado pelo Autor (a partir de dados do ENEM e da coleção “Fundamentos da física”).

Bloco de conteúdos	Relação de conteúdos
<p>Oscilações, ondas, óptica e radiação</p>	<p>47) Conceitos fundamentais e princípios da óptica geométrica; 48) Reflexão e Refração da luz; 49) Óptica geométrica: lentes, espelhos e formação de imagens; 50) Olho humano: anomalias da visão; 51) Instrumentos ópticos simples; 52) Movimento harmônico simples;</p>

	<p>53) Conceito de onda: Período, frequência, ciclo, pulsos e natureza; 54) Feixes e frentes de ondas; 55) Propagação: relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda; 56) Fenômenos ondulatórios: reflexão, refração, difração, interferência, ressonância e polarização; 57) Ondas em diferentes meios de propagação; 58) Acústica: velocidade e propagação do som, intervalo acústico, intensidade sonora, reflexão, tubos sonoros e efeito Doppler; 59) Radiação, suas interações e suas aplicações tecnológicas.</p>
Fenômenos elétricos e magnéticos	<p>60) Carga elétrica, eletrização e lei de Coulomb; 61) Campo elétrico, trabalho e potencial elétrico; 62) Capacitores e blindagem eletrostática; 63) Corrente elétrica e resistência; 64) Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia; 65) Circuitos elétricos simples; 66) Circuito de malhas múltiplas; 67) Circuitos especiais; 68) Corrente alternada; 69) Medidores elétricos; 70) Representação gráfica de circuitos e Símbolos convencionais; 71) Geradores e receptores elétricos; 72) Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos; 73) Os ímãs e suas propriedades; 74) Campo magnético e força magnética; 75) Indução eletromagnética; 76) Indutância; 77) Oscilações eletromagnéticas; 78) Equações de Maxwell; 79) Motores elétricos, alternadores, dínamos e transformadores.</p>
Física Moderna	<p>80) Ondas eletromagnéticas; 81) Noções de relatividade especial; 82) Noções de relatividade geral; 83) Conhecimentos qualitativos de Física Quântica: teoria dos <i>quanta</i>, efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, natureza dual da luz e princípio da incerteza; 84) Mecânica quântica: estudos quantitativos; 85) Princípios da física nuclear.</p>

Quadro 6: Relação de conteúdos de física. (2)

Fonte: Elaborado pelo Autor (a partir de dados do ENEM e da coleção “Fundamentos da física”).

O primeiro bloco aborda os conteúdos relacionados à “Conhecimentos básicos e fundamentais”. A

Figura mostra a importância desses conteúdos como pré-requisitos para o ingressante no curso de engenharia de produção e a importância desses conteúdos para os egressos do curso segundo a frequência de respostas dos respondentes.

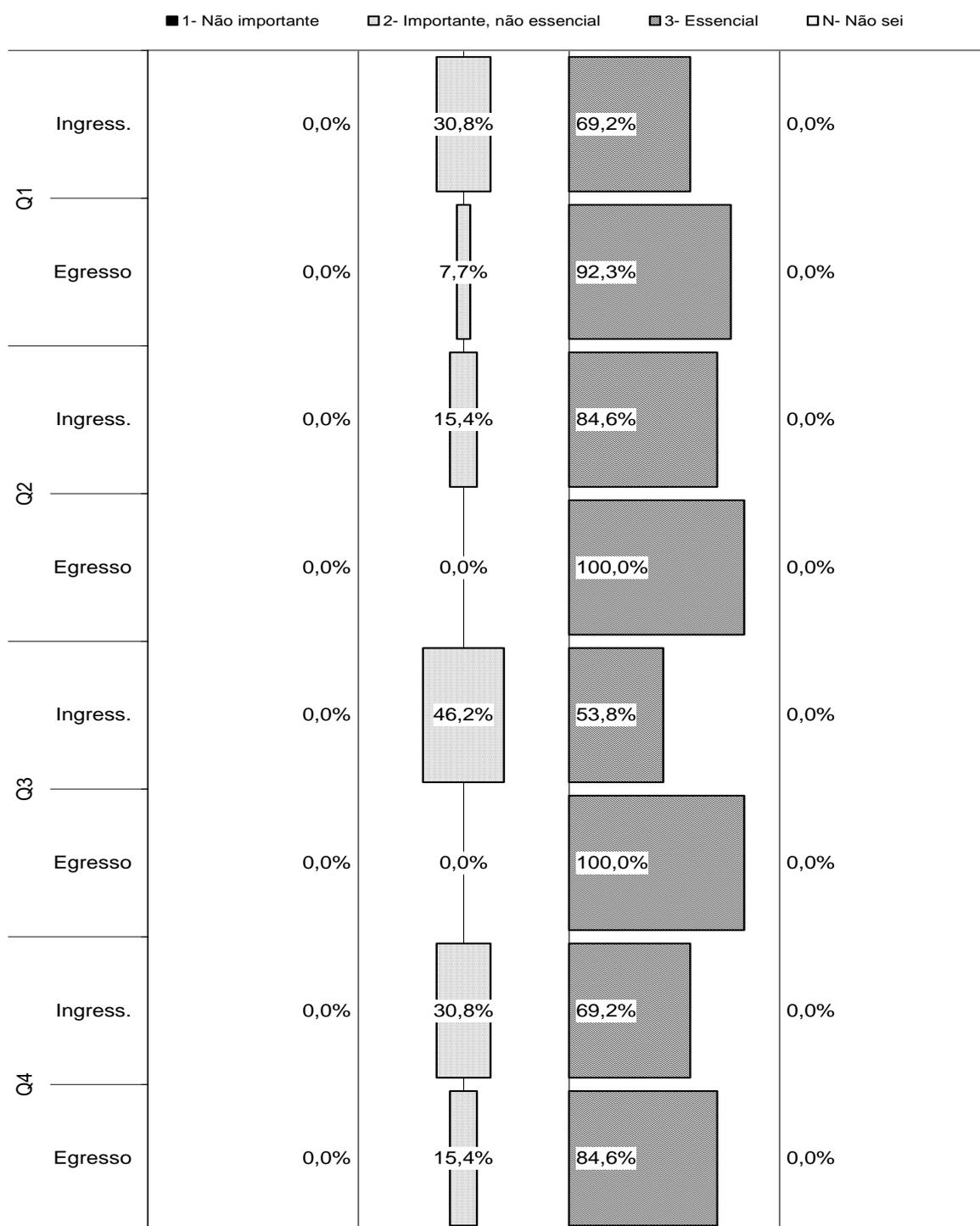


Figura 14: A essencialidade dos conteúdos referentes aos “Conhecimentos básicos e fundamentais” na ótica dos professores.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Os conteúdos referentes a “Conhecimentos básico e fundamentais” são:

- 1) Noções de ordem de grandeza e notação científica;

2) Sistema Internacional de Unidades;

3) Ferramentas básicas: gráficos e vetores e 4) Conceituação de grandezas vetoriais e escalares.

Pela análise de frequência de respostas, os docentes, em sua maioria, acreditam que os conteúdos referentes ao primeiro bloco sejam essenciais tanto para os ingressos quanto para os egressos. Porém, considerando os assuntos dos itens 2 e 3 - Sistema Internacional de Unidades e Ferramentas básicas: gráficos e vetores - todos os respondentes os julgaram essenciais para o egresso, enquanto que somente cerca de 53% julgaram o item 3 como essencial para os ingressos. De forma geral, todos os conteúdos pertencentes ao tema “Conhecimentos básicos e fundamentais” foram considerados essenciais, o que difere do resultado obtido pelo método estatístico de Lawshe (Tabela).

Tabela 8: A essencialidade dos conteúdos referentes aos “Conhecimentos básicos e fundamentais” na ótica dos professores, segundo o método Lawshe.

Questão	Estrato	Ne	N	%Ne	CVRcalc	CVRcrit	Conclusão
Q1	Ingresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
	Egresso	12	13	92,3%	0,846	0,544	essencial
Q2	Ingresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	essencial
	Egresso	13	13	100,0%	1,000	0,544	essencial
Q3	Ingresso	7	13	53,8%	0,077	0,544	
	Egresso	13	13	100,0%	1,000	0,544	essencial
Q4	Ingresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
	Egresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	essencial

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Pode-se notar que pelo método, todos os conteúdos são essenciais para os egressos, mas somente o item 2 é essencial para o ingresso. Os demais itens, embora tenham sido considerados essenciais para o ingresso pela maioria dos respondentes, seus $CRV_{calculados}$ foram menores que o $CRV_{crítico}$.

Mesmo que alguns itens deste bloco não tenham sido considerados essenciais pelo método aplicado, o fato não tira a importância dos mesmos para os alunos ingressantes num curso de Engenharia de Produção tendo em vista que os assuntos referentes ao bloco são conteúdos de base para o ensino de física.

O segundo bloco faz um levantamento sobre os assuntos ligados ao “O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas”. A Figura 15 apresenta a essencialidade deste bloco para os ingressos e egressos de acordo com a frequência de respostas dos docentes.

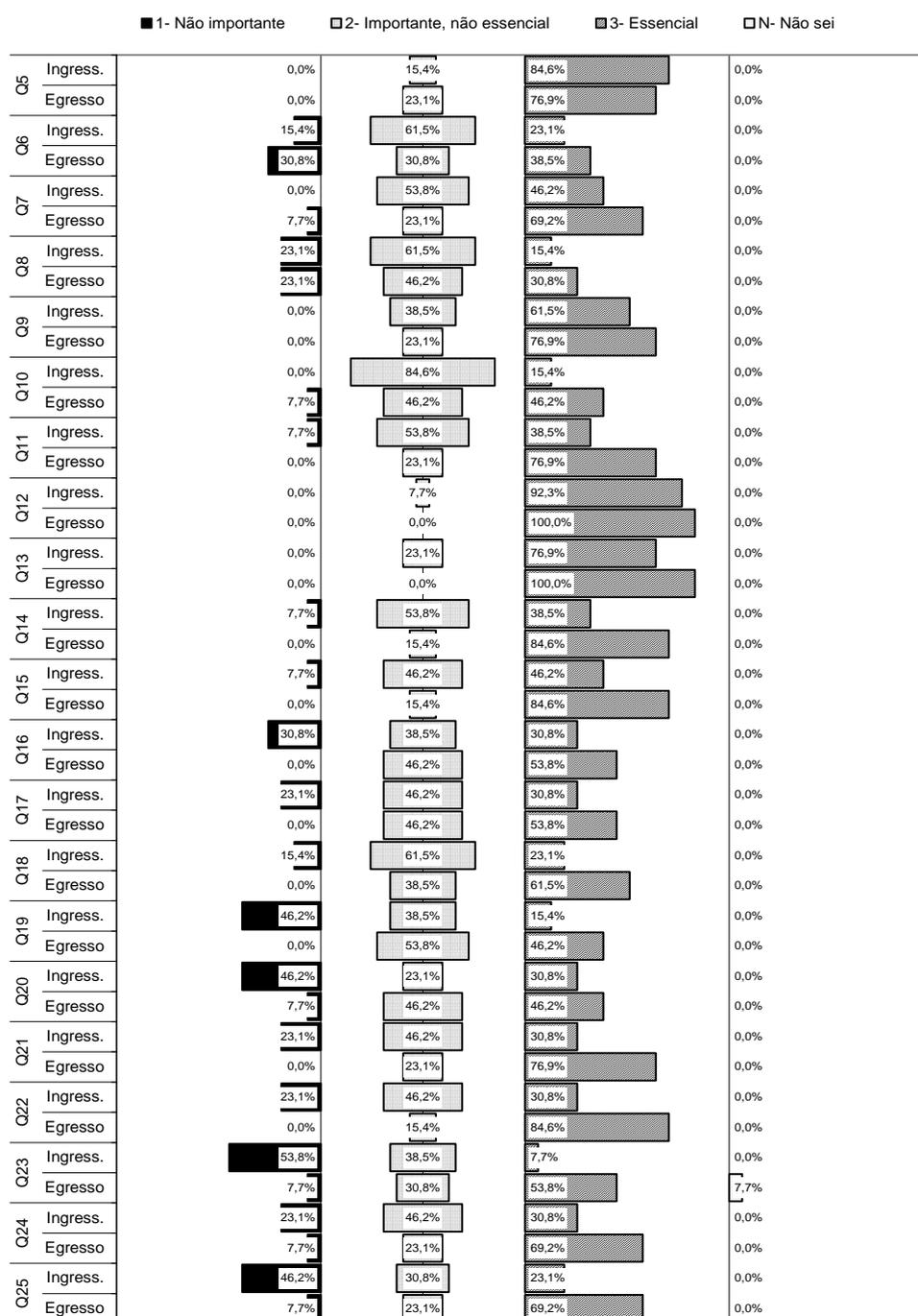


Figura 15: A essencialidade dos conteúdos referentes ao “O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas” para o egresso na ótica dos professores.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Os conteúdos referentes ao “ O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas” são:

- 5) Grandezas fundamentais da mecânica: tempo, espaço, velocidade e aceleração;
- 6) Relação histórica entre força e movimento;
- 7) Descrições do movimento e sua interpretação: quantificação do movimento e sua descrição matemática e gráfica;
- 8) Casos especiais de movimentos e suas regularidades observáveis;
- 9) Conceito de inércia;
- 10) Noção de sistemas de referência inerciais e não inerciais;
- 11) Força e variação da quantidade de movimento;
- 12) Leis de Newton e suas aplicações;
- 13) Força de atrito, força peso, força normal de contato e tração;
- 14) Centro de massa, centro de gravidade e a ideia de ponto material;
- 15) Diagramas de forças;
- 16) Identificação das forças que atuam nos movimentos circulares;
- 17) Noção de força centrípeta e sua quantificação;
- 18) Conceito de forças externas e internas;
- 19) Noção dinâmica de massa e quantidade de movimento (momento linear);

- 20) Lei da conservação da quantidade de movimento (momento linear) e teorema do impulso;
- 21) Momento de uma força (torque);
- 22) Condições de equilíbrio estático de ponto material e de corpos rígidos;
- 23) Momento de inércia, rolamento e momento angular;
- 24) Hidrostática;
- 25) Hidrodinâmica.

A figura 15 revela que para os professores, grande parte dos conteúdos em questão são considerados como não importantes ou importantes, mas não essenciais para os estudantes que iniciam um curso de Engenharia de Produção, porém, assuntos dentro desse bloco como o caso dos itens 5, 9, 12 e 13 são considerados pela maioria como essenciais. No entanto, para os alunos que estão egressando, os pesquisados continuam julgando os supracitados como essenciais e ainda acrescentam os itens 7, 11, 14, 15, 18, 21, 22, 23, 24 e 25. Quanto aos itens 16 e 17, apenas 31,8% dos respondentes os consideram essenciais para o ingresso, enquanto que 53,8% os consideram essenciais para o egresso, notando-se uma divergência nas opiniões. É relevante relatar que todos os professores da IES pública entenderam os itens como essenciais o que corresponde a aproximadamente 38 % dos respondentes e apenas cerca de 15,3% dos docentes das IES privadas fizeram esse mesmo julgamento.

A validação dos itens obtida pelo método Lawshe revela uma quantidade inferior de itens essenciais (Tabela).

Tabela 9: A essencialidade dos conteúdos referentes aos ao “O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas” na ótica dos professores, segundo o método Lawshe.

Questão	Estrato	Ne	N	%Ne	CVRcalc	CVRcrit	Conclusão
Q5	Ingress.	11	13	84,6%	0,692	0,544	Essencial
	Egresso	10	13	76,9%	0,538	0,544	
Q6	Ingress.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
Q7	Ingress.	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
Q8	Ingress.	2	13	15,4%	-0,692	0,544	
	Egresso	4	13	30,8%	-0,385	0,544	
Q9	Ingress.	8	13	61,5%	0,231	0,544	
	Egresso	10	13	76,9%	0,538	0,544	
Q10	Ingress.	2	13	15,4%	-0,692	0,544	
	Egresso	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
Q11	Ingress.	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
	Egresso	10	13	76,9%	0,538	0,544	
Q12	Ingress.	12	13	92,3%	0,846	0,544	Essencial
	Egresso	13	13	100,0%	1,000	0,544	Essencial
Q13	Ingress.	10	13	76,9%	0,538	0,544	
	Egresso	13	13	100,0%	1,000	0,544	Essencial
Q14	Ingress.	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
	Egresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	essencial
Q15	Ingress.	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
	Egresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	essencial
Q16	Ingress.	4	13	30,8%	-0,385	0,544	
	Egresso	7	13	53,8%	0,077	0,544	
Q17	Ingress.	4	13	30,8%	-0,385	0,544	
	Egresso	7	13	53,8%	0,077	0,544	
Q18	Ingress.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	8	13	61,5%	0,231	0,544	
Q19	Ingress.	2	13	15,4%	-0,692	0,544	
	Egresso	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
Q20	Ingress.	4	13	30,8%	-0,385	0,544	
	Egresso	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
Q21	Ingress.	4	13	30,8%	-0,385	0,544	
	Egresso	10	13	76,9%	0,538	0,544	
Q22	Ingress.	4	13	30,8%	-0,385	0,544	
	Egresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	essencial
Q23	Ingress.	1	13	7,7%	-0,846	0,544	
	Egresso	7	12	58,3%	0,167	0,566	
Q24	Ingress.	4	13	30,8%	0,385	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
Q25	Ingress.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

O método estatístico utilizado mostra que apenas os itens 5 e 12 são essenciais para o ingresso na visão dos professores, contudo não devemos ignorar a relevância do item 13, tendo em vista que 76,9% dos docentes o classificam como essencial e os outros 23,1% o consideram importante. Em relação aos conteúdos

essenciais para o aluno que está egressando da IES, o método classifica os itens 12, 13, 14, 15 e 22 como essenciais, porém, os itens 5, 9, 11 e 21 apresentaram um percentual significativo, tendo em vista que dos treze respondentes, dez (76,9%) o consideraram essencial e os outros três os julgaram importante. Sendo assim, tais itens não devem ser totalmente descartados.

No terceiro bloco é discutido assuntos relacionados ao tema “Energia, trabalho e potência”. O percentual de respostas no que diz respeito a cada assunto deste conjunto é revelado pela

Figura, referindo-se aos ingressantes e egressantes.

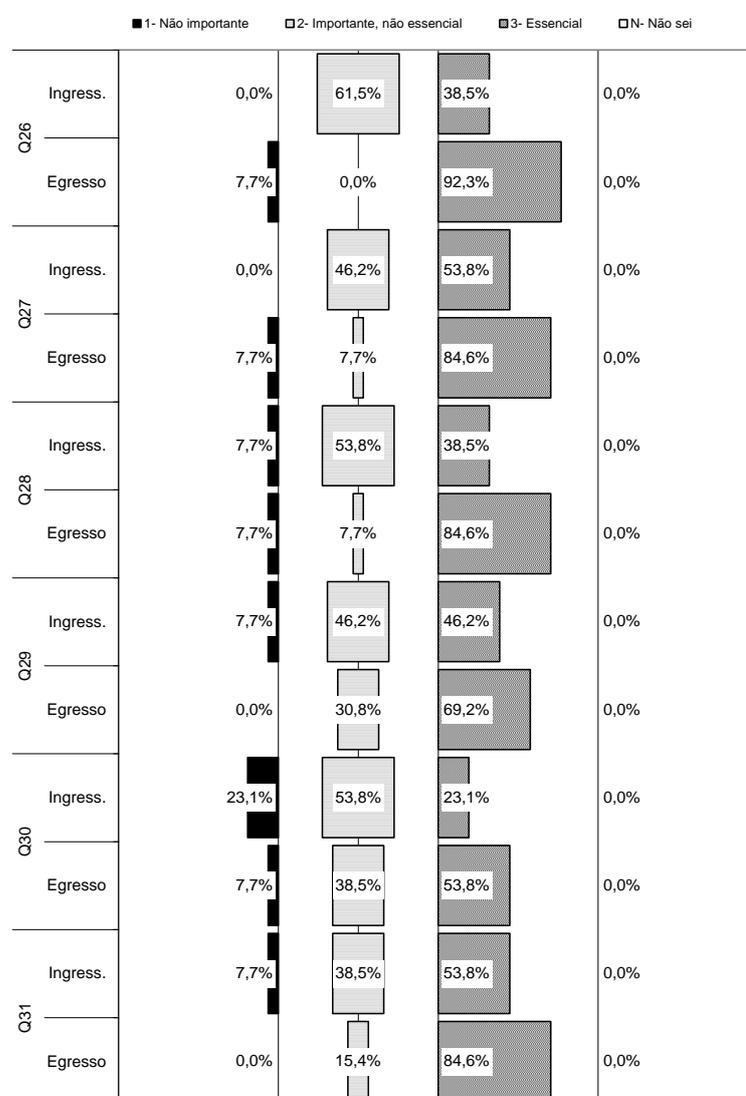


Figura 16: A essencialidade dos conteúdos referentes à “Energia, trabalho e potência” para o ingresso egresso, na ótica dos professores.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Os conteúdos referentes à “Energia, trabalho e potência” são: 26) Conceituação de trabalho, energia e potência; 27) Conceito de energia potencial e de energia cinética; 28) Conservação de energia mecânica e dissipação de energia; 29) Trabalho de uma força; 30) Forças conservativas e dissipativas e 31) Diferentes formas de energia.

A

Figura mostra que os professores dividem suas opiniões quanto a importância do bloco como pré-requisito para o aluno ingressante. Observa-se que o percentual oscila, em sua maioria, entre 40% e 60%. Os itens 27 e 31 são tomados como essenciais para o egresso, porém o percentual é de 53,8%, o que corresponde pouco mais da metade dos pesquisados. Em relação aos egressos, a figura apresenta uma regularidade das opiniões, onde a grande maioria considera o conjunto como essencial para a formação de um engenheiro de produção, com exceção do item 30, que mesmo sendo considerado essencial, obteve uma baixa frequência de respostas, 53,8%.

Tabela 10: A essencialidade dos conteúdos referentes à “Energia, trabalho e potência” na ótica dos professores, segundo o método de Lawshe.

Questão	Estrato	Ne	N	%Ne	CVRcalc	CVRcrit	Conclusão
Q26	Ingress.	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
	Egresso	12	13	92,3%	0,846	0,544	essencial
Q27	Ingress.	7	13	53,8%	0,077	0,544	
	Egresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	essencial
Q28	Ingress.	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
	Egresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	essencial
Q29	Ingress.	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
Q30	Ingress.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	7	13	53,8%	0,077	0,544	
Q31	Ingress.	7	13	53,8%	0,077	0,544	
	Egresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	Essencial

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Neste caso, o resultado obtido pelo método de Lawshe foi bem semelhante à análise por frequência de respostas. No que diz respeito ao alunos ingressos, nenhum conteúdo foi considerado essencial, enquanto que para os egressos, os itens 26, 27, 28 e 31 foram classificados como essenciais na visão dos professores pesquisados.

O quarto bloco apresenta os conteúdos relativos “Mecânica e o funcionamento do Universo”. A

Figura apresenta o percentual relativo ao julgamento dos docentes quanto à importância de cada assunto do conjunto para o aluno ingresso e egresso, respectivamente.

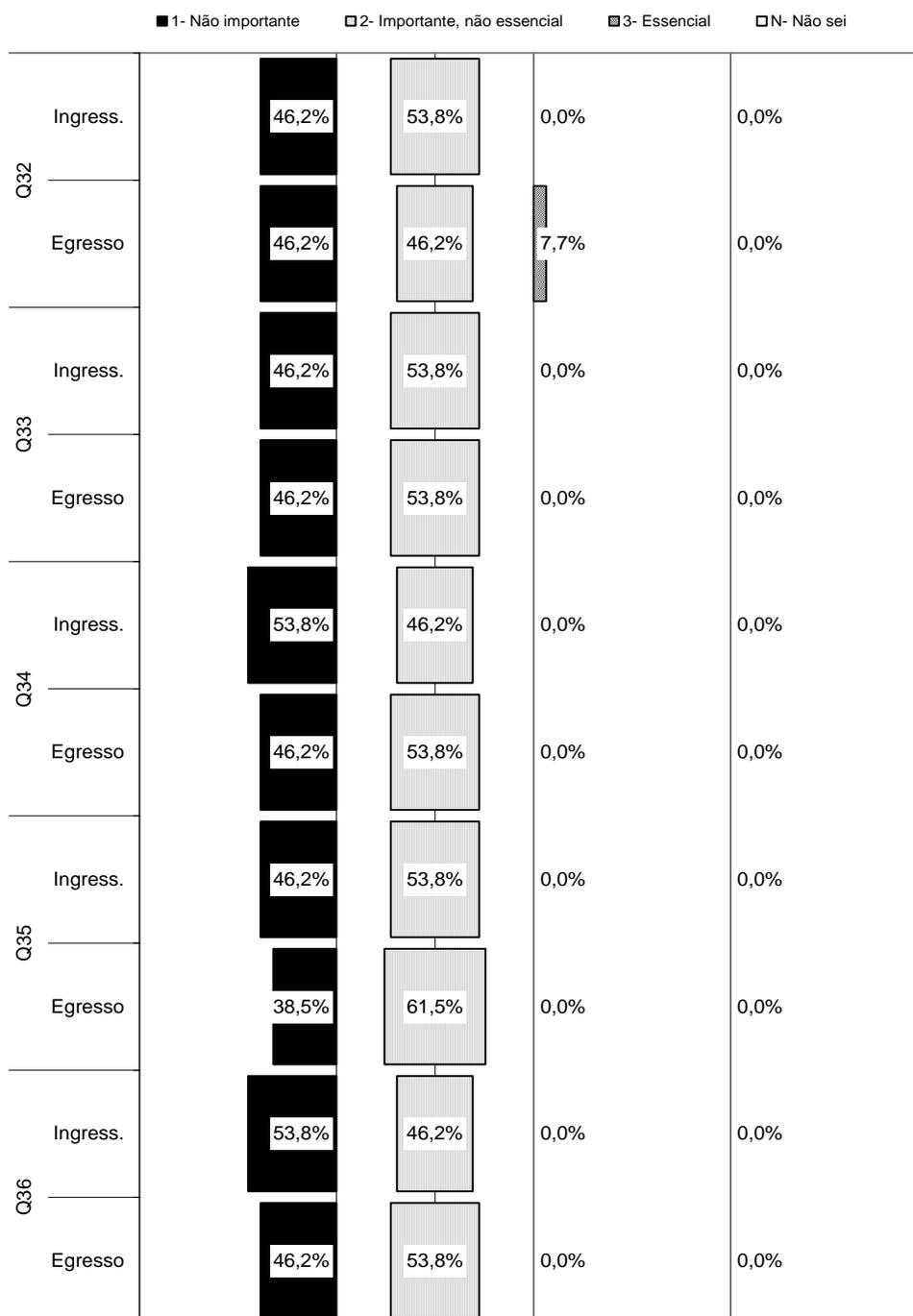


Figura 17: A essencialidade dos conteúdos referentes à “Mecânica e o funcionamento do Universo”

para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.
 Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Os conteúdos referentes à “Mecânica e o funcionamento do Universo” são:

32) Aceleração gravitacional e Lei da Gravitação Universal;

33) Leis de Kepler;

34) Movimentos de corpos celestes;

35) Influência na Terra: marés e variações climáticas;

36) Concepções históricas sobre a origem do universo e sua evolução.

A

Figura revela que, exceto por 7,7% da amostra, o que representa um único respondente, que considera o item 32 como essencial para um aluno egresso, todo o conjunto foi considerado como não importante ou importante, mas não essencial tanto para os egressos quanto para os ingressos de um curso de EP. A Tabela mostra o resultado alcançado pelo método Lawshe.

Tabela 11: A essencialidade dos conteúdos referentes à “Mecânica e o funcionamento do Universo” na ótica dos professores, segundo o método de Lawshe.

Questão	Estrato	Ne	N	%Ne	CVRcalc	CVRcrit	Conclusão
Q32	Ingress.	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
	Egresso	1	13	7,7%	-0,846	0,544	
Q33	Ingress.	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
	Egresso	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
Q34	Ingress.	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
	Egresso	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
Q35	Ingress.	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
	Egresso	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
Q36	Ingress.	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
	Egresso	0	13	0,0%	-1,000	0,544	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Observa-se na tabela que nenhum conteúdo foi considerado essencial. O

método Lawshe utiliza a frequência de respostas para calcular o CRV e comparar com o $CRV_{\text{crítico}}$. Para se obter um $CRV_{\text{calculado}}$ pelo menos positivo, a frequência de respostas tem que ser maior que 50%. Neste caso todas as frequências estão abaixo do mínimo, o que leva a um resultado com nenhum item essencial.

O quinto bloco refere-se ao tema “O calor e os fenômenos térmicos”. O percentual de respostas quanto à importância do assunto para os ingressos e egressos é mostrada pela

Figura.

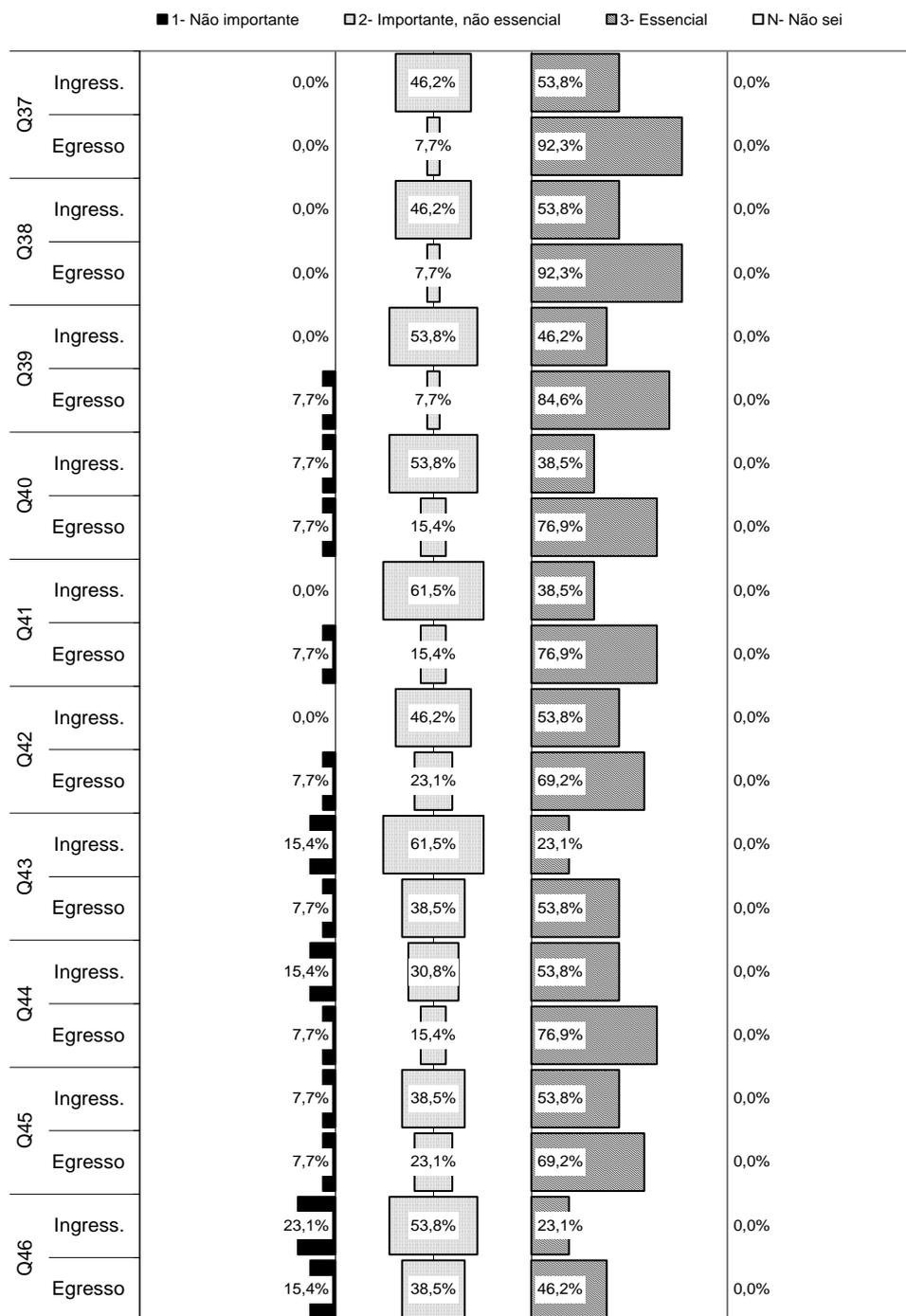


Figura 18: A essencialidade dos conteúdos referentes ao “O calor e os fenômenos térmicos” para o egresso e ingresso, na ótica dos professores.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Os conteúdos referentes ao “O calor e os fenômenos térmicos” são:

37) Conceitos de calor e de temperatura;

- 38) Termometria;
- 39) Transferência de calor, equilíbrio térmico, capacidade calorífica e calor específico;
- 40) Propagação do calor;
- 41) Dilatação térmica;
- 42) Mudanças de estado físico, calor latente de transformação e diagramas de fase;
- 43) Comportamento de gases ideais;
- 44) Leis da Termodinâmica;
- 45) Aplicações e fenômenos térmicos de uso cotidiano
- 46) Compreensão de fenômenos climáticos relacionados ao ciclo da água.

Segundo a

Figura, os itens 37, 38, 42, 44 e 45 foram considerados essenciais como pré-requisitos para alunos que estão ingressando no curso de Engenharia de Produção, do ponto de vista de 53,8% dos respondentes, enquanto que para os egressos, praticamente todos os conteúdos referentes ao tema são considerados essenciais, menos o item 46, onde 46,2% dos docentes o consideraram essencial. Porém, o método estatístico utilizado para validar os itens revela um resultado distinto (Tabela).

Tabela 12: A essencialidade dos conteúdos referentes ao “O calor e os fenômenos térmicos” na ótica dos professores, segundo o método de Lawshe.

Questão	Estrato	Ne	N	%Ne	CVRcalc	CVRcrit	Conclusão
Q37	Ingress.	7	13	53,8%	0,077	0,544	essencial
	Egresso	12	13	92,3%	0,846	0,544	

Q38	Ingresso.	7	13	53,8%	0,077	0,544	
	Egresso	12	13	92,3%	0,846	0,544	essencial
Q39	Ingresso.	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
	Egresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	Essencial
Q40	Ingresso.	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
	Egresso	10	13	76,9%	0,538	0,544	
Q41	Ingresso.	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
	Egresso	10	13	76,9%	0,538	0,544	
Q42	Ingresso.	7	13	53,8%	0,077	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
Q43	Ingresso.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	7	13	53,8%	0,077	0,544	
Q44	Ingresso.	7	13	53,8%	0,077	0,544	
	Egresso	10	13	76,9%	0,538	0,544	
Q45	Ingresso.	7	13	53,8%	0,077	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
Q46	Ingresso.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	6	13	46,2%	-0,077	0,544	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Observa-se, a partir do método aplicado, que nenhum conteúdo foi classificado como essencial para os ingressantes no curso de Engenharia de Produção, enquanto que para os egressos, obteve-se como essenciais os itens 37, 38 e 39. Deve-se destacar a possível importância dos itens 40, 41 e 44, devido a seus altos percentuais na frequência de respostas.

O sexto bloco apresenta o tema “Oscilações, ondas, óptica e radiação”. A

Figura apresenta os dados obtidos através do questionário no que diz respeito ao julgamento dos conteúdos em questão pelos professores pesquisados.

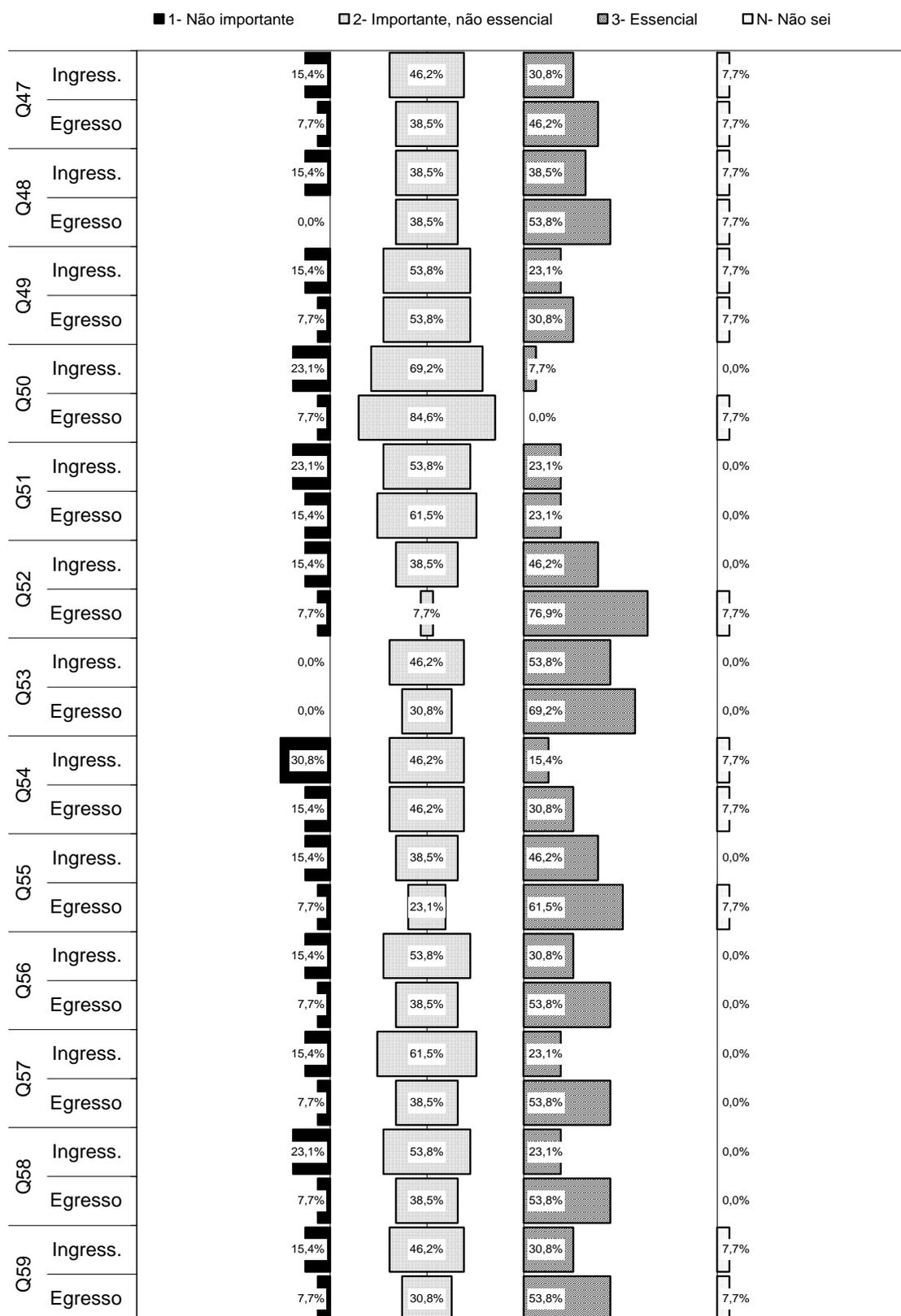


Figura 19: A essencialidade dos conteúdos referentes as “Oscilações, ondas, óptica e radiação” para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Os conteúdos referentes à “Oscilações, ondas, óptica e radiação” são:

- 47) Conceitos fundamentais e princípios da óptica geométrica;
- 48) Reflexão e Refração da luz;
- 49) Óptica geométrica: lentes, espelhos e formação de imagens;
- 50) Olho humano: anomalias da visão;
- 51) Instrumentos ópticos simples;
- 52) Movimento harmônico simples;
- 53) Conceito de onda: Período, frequência, ciclo, pulsos e natureza;
- 54) Feixes e frentes de ondas;
- 55) Propagação: relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda;
- 56) Fenômenos ondulatórios: reflexão, refração, difração, interferência, ressonância e polarização;
- 57) Ondas em diferentes meios de propagação;
- 58) Acústica: velocidade e propagação do som, intervalo acústico, intensidade sonora, reflexão, tubos sonoros e efeito Doppler;
- 59) Radiação, suas interações e suas aplicações tecnológicas.

Pode-se perceber, a partir da figura 19, um quantitativo maior de respostas “não sei” quando considerado todo o bloco de conteúdos. Em relação a essencialidade dos conteúdos para os ingressos, apenas o item 53, com 53,8%, foi

considerado essencial pela maioria dos professores. Entretanto, no que diz respeito aos egressos, mais assuntos aparecem como essenciais. Segundo os dados da pesquisa, os docentes consideram que os itens 48, 52, 53, 55, 56, 57, 58 e 59 são essenciais para a formação de um engenheiro de produção. Eles consideram que embora o aluno não tenha que ingressar no curso sabendo determinados conteúdos, é fundamental para sua prática profissional que ele o domine. A Tabela mostra o resultado obtido através do método Lawshe.

Tabela 13: A essencialidade dos conteúdos referentes as “Oscilações, ondas, óptica e radiação” na ótica dos professores, segundo o método Lawshe.

Questão	Estrato	Ne	N	%Ne	CVRcalc	CVRcrit	Conclusão
Q47	Ingress.	4	12	33,3%	-0,333	0,566	
	Egresso	6	12	50,0%	0,000	0,566	
Q48	Ingress.	5	12	41,7%	-0,167	0,566	
	Egresso	7	12	58,3%	0,167	0,566	
Q49	Ingress.	3	12	25,0%	-0,500	0,566	
	Egresso	4	12	33,3%	-0,333	0,566	
Q50	Ingress.	1	13	7,7%	-0,846	0,544	
	Egresso	0	12	0,0%	-1,000	0,566	
Q51	Ingress.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
Q52	Ingress.	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
	Egresso	10	12	83,3%	0,667	0,566	essencial
Q53	Ingress.	7	13	53,8%	0,077	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
Q54	Ingress.	2	12	16,7%	-0,667	0,566	
	Egresso	4	12	33,3%	-0,333	0,566	
Q55	Ingress.	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
	Egresso	8	12	66,7%	0,333	0,566	
Q56	Ingress.	4	13	30,8%	-0,385	0,544	
	Egresso	7	13	53,8%	0,077	0,544	
Q57	Ingress.	3	3	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	7	13	53,8%	0,077	0,544	
Q58	Ingress.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	7	13	53,8%	0,077	0,544	
Q59	Ingress.	4	12	33,3%	-0,333	0,566	
	Egresso	7	12	58,3%	0,167	0,566	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Observa-se que para os ingressos, nenhum conteúdo é tido como essencial e para os egressos, embora vários conteúdos sejam considerados essenciais pela maioria, apenas o item 52 é classificado como tal.

O sétimo bloco aborda assuntos do tema “Fenômenos elétricos e magnéticos”. A

Figura mostra o percentual de importância dos conteúdos.

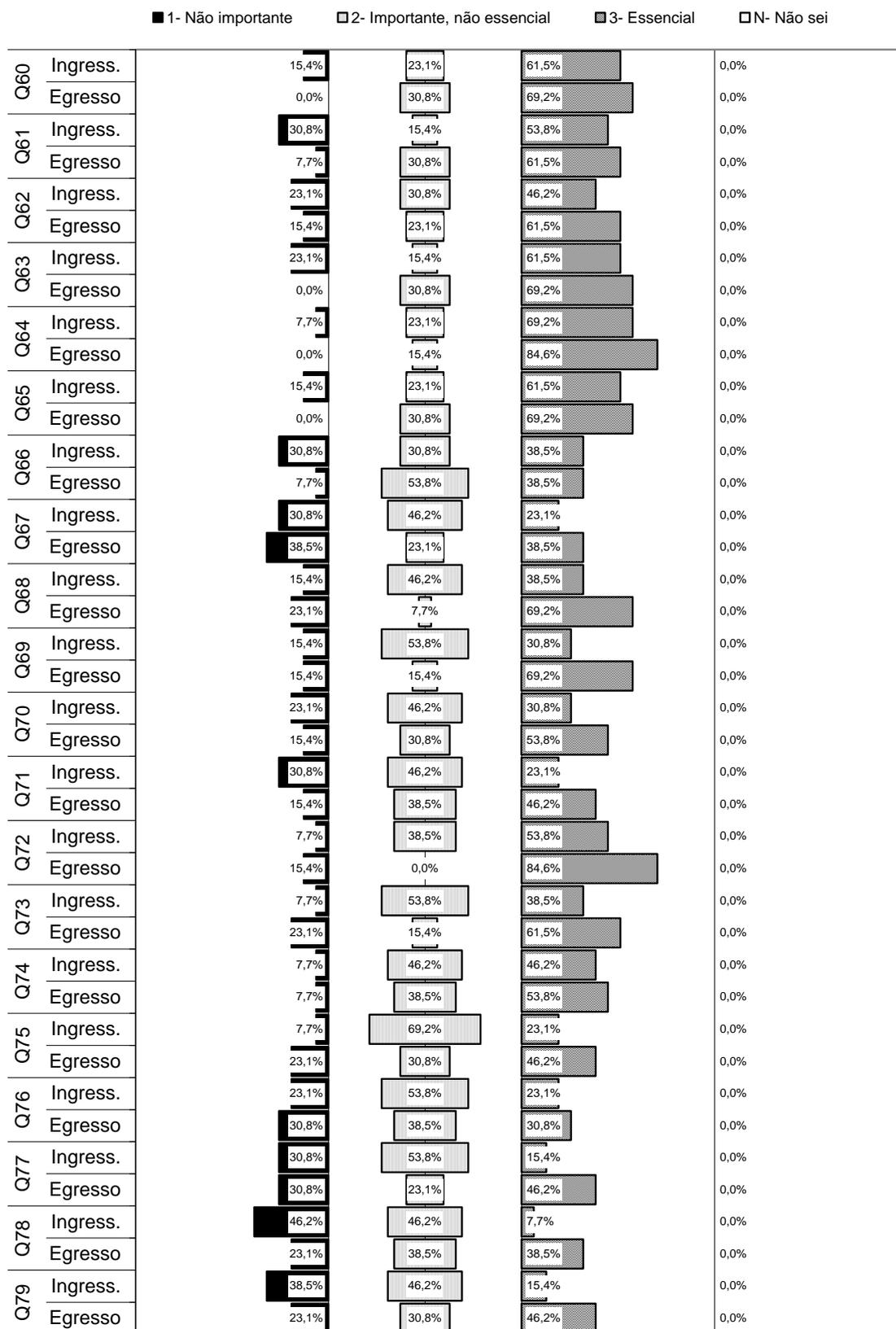


Figura 20: A essencialidade dos conteúdos referentes aos “Fenômenos elétricos e magnéticos” para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Os conteúdos referentes à “Fenômenos elétricos e magnéticos” são:

- 60) Carga elétrica, eletrização e lei de Coulomb;
- 61) Campo elétrico, trabalho e potencial elétrico;
- 62) Capacitores e blindagem eletrostática;
- 63) Corrente elétrica e resistência;
- 64) Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia;
- 65) Circuitos elétricos simples;
- 66) Circuito de malhas múltiplas;
- 67) Circuitos especiais;
- 68) Corrente alternada;
- 69) Medidores elétricos;
- 70) Representação gráfica de circuitos e Símbolos convencionais;
- 71) Geradores e receptores elétricos;
- 72) Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos;
- 73) Os ímãs e suas propriedades;
- 74) Campo magnético e força magnética;
- 75) Indução eletromagnética;

76) Indutância;

77) Oscilações eletromagnéticas;

78) Equações de Maxwell;

79) Motores elétricos, alternadores, dínamos e transformadores.

A

Figura mostra que poucos conteúdos são considerados essenciais pela maioria dos docentes no que diz respeito aos ingressantes no curso de EP. São eles: 60, 61, 63, 64, 65, e 72. Em relação aos conteúdos essenciais para a formação de um engenheiro de produção, a maioria dos respondentes considera como essenciais os itens 60, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 72, 73 e 74. Porém, embora cada item citado seja a opinião da maioria, esta por sua vez não é expressiva em todos eles. Neste caso, o método de Lawshe nos fornece um resultado diferente (Tabela).

Tabela 14: A essencialidade dos conteúdos referentes aos “Fenômenos elétricos e magnéticos” para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.

Questão	Estrato	Ne	N	%Ne	CVRcalc	CVRcrit	Conclusão
Q60	Ingress.	8	13	61,5%	0,231	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
Q61	Ingress.	7	13	53,8%	0,077	0,544	
	Egresso	8	13	61,5%	0,231	0,544	
Q62	Ingress.	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
	Egresso	8	13	61,5%	0,231	0,544	
Q63	Ingress.	8	13	61,5%	0,231	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
Q64	Ingress.	9	13	69,2%	0,35	0,544	
	Egresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	Essencial
Q65	Ingress.	8	13	61,5%	0,231	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
Q66	Ingress.	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
	Egresso	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
Q67	Ingress.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
Q68	Ingress.	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	
Q69	Ingress.	4	13	30,8%	-0,385	0,544	
	Egresso	9	13	69,2%	0,385	0,544	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Tabela 15: A essencialidade dos conteúdos referentes aos “Fenômenos elétricos e magnéticos” para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.

Questão	Estrato	Ne	N	%Ne	CVRcalc	CVRcrit	Conclusão
Q70	Ingresso.	4	13	30,8%	-0,385	0,544	
	Egresso	7	13	53,8%	0,077	0,544	
Q71	Ingresso.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
Q72	Ingresso.	7	13	53,8%	0,077	0,544	
	Egresso	11	13	84,6%	0,692	0,544	Essencial
Q73	Ingresso.	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
	Egresso	8	13	61,5%	0,231	0,544	
Q74	Ingresso.	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
	Egresso	7	13	53,8%	0,077	0,544	
Q75	Ingresso.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
Q76	Ingresso.	3	13	23,1%	-0,538	0,544	
	Egresso	4	3	30,8%	-0,385	0,544	
Q76	Ingresso.	2	13	15,4%	-0,692	0,544	
	Egresso	6	13	46,2%	-0,077	0,544	
Q78	Ingresso.	1	13	7,7%	-0,846	0,544	
	Egresso	5	13	38,5%	-0,231	0,544	
Q79	Ingresso.	2	13	15,4%	-0,692	0,544	
	Egresso	6	13	46,2%	-0,077	0,544	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Nota-se que pelo método aplicado somente os itens 64 e 72 foram classificados como essenciais para o egressos.

Por fim, o oitavo bloco diz respeito ao tema “Física Moderna”. A frequência de respostas relativa à essencialidade dos conteúdos listados acima, para os ingressos e egressos, na visão dos docentes pesquisados está apresentada na

Figura.

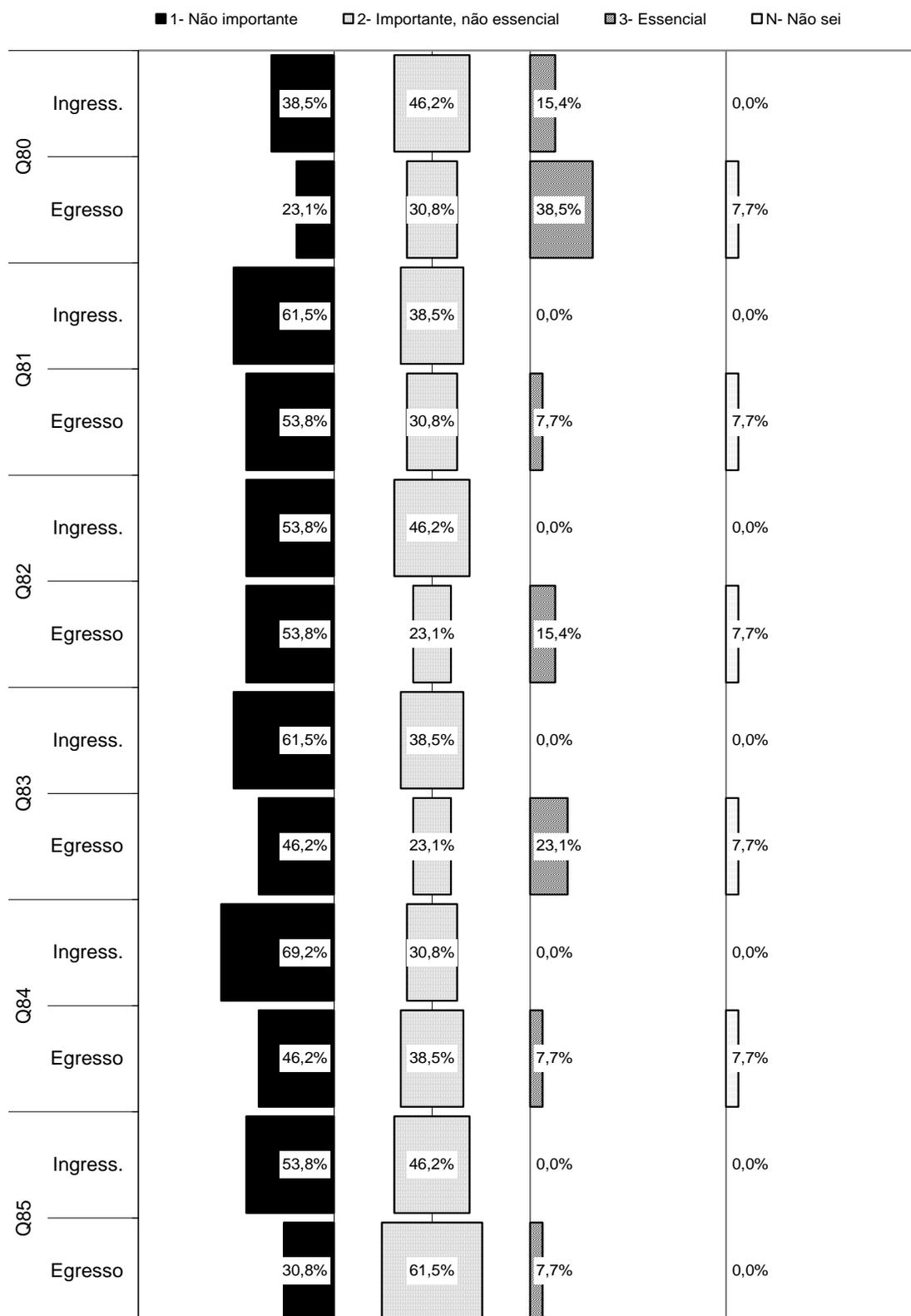


Figura 21: A essencialidade dos conteúdos referentes à “Física Moderna” para o ingresso e egresso, na ótica dos professores.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015).

Os conteúdos referentes à “Física Moderna” são:

80) Ondas eletromagnéticas;

81) Noções de relatividade especial;

82) Noções de relatividade geral;

83) Conhecimentos qualitativos de Física Quântica: teoria dos *quanta*, efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, natureza dual da luz e princípio da incerteza;

84) Mecânica quântica: estudos quantitativos;

85) Princípios da física nuclear.

Figura mostra que os professores não consideram a Física Moderna como essencial tanto para os ingressos quanto para os egressos. No que se refere m aos alunos ingressantes, as opiniões se dividem entre não importante e importante, mas não essencial. O único entendido como essencial foi o item 80, com 15,4% das respostas, o que equivale ao julgamento de dois docentes. A tTabela mostra o resultado obtido pelo método Lawshe.

Tabela 16: A essencialidade dos conteúdos referentes à “Física Moderna” na ótica dos professores, segundo o método de Lawshe.(1)

Questão	Estrato	Ne	N	%Ne	CVRcalc	CVRcrit	Conclusão
Q80	Ingress.	2	13	15,4%	-0,692	0,544	
	Egresso	5	12	41,7%	-0,167	0,566	
Q81	Ingress.	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
	Egresso	1	12	8,3%	-0,833	0,566	
Q82	Ingress.	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
	Egresso	2	12	16,7%	-0,667	0,566	
Q83	Ingress.	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
	Egresso	3	12	25,0%	-0,500	0,566	
Q84	Ingress.	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
	Egresso	1	12	8,3%	-0,833	0,566	
Q85	Ingress.	0	13	0,0%	-1,000	0,544	
	Egresso	1	13	7,7%	-0,846	0,544	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

De acordo com o método aplicado, nenhum conteúdo foi considerado essencial tanto para os ingressos como para os egressos. Nota-se que, assim como o quarto bloco, referente à “Mecânica e o funcionamento do Universo”, todas as frequências de respostas foi abaixo de 50%, obtendo CRV calculado negativo.

Para uma visão mais ampla, o quadro 6 exhibe os conteúdos entendidos como essenciais para o ingresso e para o egresso na visão dos docentes de física dos cursos de Engenharia de Produção que participaram da pesquisa.

Conteúdos e essenciais	Ingresso	Egresso
1.Noções de ordem de grandeza e notação científica.		X
2.Sistema Internacional de Unidades.	X	X
3.Ferramentas básicas: gráficos e vetores.		X
4.Conceituação de grandezas vetoriais e escalares.		X
5.Grandezas fundamentais da mecânica: tempo, espaço, velocidade e aceleração.	X	
6.Relação histórica entre força e movimento		
7.Descrições do movimento e sua interpretação: quantificação do movimento e sua descrição matemática e gráfica.		
8.Casos especiais de movimentos e suas regularidades observáveis.		
9.Conceito de inércia.		
10.Noção de sistemas de referência inerciais e não inerciais.		
11.Força e variação da quantidade de movimento.		
12.Leis de Newton e suas aplicações.	X	X
13.Força de atrito, força peso, força normal de contato e tração.		X
14.Centro de massa, centro de gravidade e a ideia de ponto material.		X
15.Diagramas de forças.		X
16.Identificação das forças que atuam nos movimentos circulares.		
17.Noção de força centrípeta e sua quantificação.		
18.Conceito de forças externas e internas.		
19.Noção dinâmica de massa e quantidade de movimento (momento linear).		
20.Lei da conservação da quantidade de movimento (momento linear) e teorema do impulso.		
21.Momento de uma força (torque).		
22.Condições de equilíbrio estático de ponto material e de corpos rígidos.		X
23.Momento de inércia, rolamento e momento angular.		
24.Hidrostática.		
25.Hidrodinâmica.		
26.Conceituação de trabalho, energia e potência.		X
27.Conceito de energia potencial e de energia cinética.		X
28.Conservação de energia mecânica e dissipação de energia.		X
28.Trabalho de uma força.		
30.Forças conservativas e dissipativas.		
31.Diferentes formas de energia.		X
32.Aceleração gravitacional e Lei da Gravitação Universal.		
33.Leis de Kepler.		
34.Movimentos de corpos celestes.		
35.Influência na Terra: marés e variações climáticas.		
36.Concepções históricas sobre a origem do universo e sua evolução.		
37.Conceitos de calor e de temperatura.		X
38.Termometria.		X
39.Transferência de calor, equilíbrio térmico, capacidade calorífica e calor específico.		X
40.Propagação do calor.		
41.Dilatação térmica.		
42.Mudanças de estado físico, calor latente de transformação e diagramas de fase.		
43.Comportamento de gases ideais.		

Quadro 7: Conteúdos essenciais referentes ao Curso de Engenharia de Produção.(1)
 Fonte: Fonte: Elaborado pelo Autor (2015, a partir de dados da pesquisa)

Conteúdos e essenciais	Ingresso	Egresso
44. Leis da Termodinâmica.		
45. Aplicações e fenômenos térmicos de uso cotidiano.		
46. Compreensão de fenômenos climáticos relacionados ao ciclo da água.		
47. Conceitos fundamentais e princípios da óptica geométrica.		
48. Reflexão e Refração da luz.		
49. Óptica geométrica: lentes, espelhos e formação de imagens.		
50. Olho humano: anomalias da visão.		
51. Instrumentos ópticos simples.		
52. Movimento harmônico simples.		X
53. Conceito de onda: Período, frequência, ciclo, pulsos e natureza.		
54. Feixes e frentes de ondas.		
55. Propagação: relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda.		
56. Fenômenos ondulatórios: reflexão, refração, difração, interferência, ressonância e polarização.		
57. Ondas em diferentes meios de propagação.		
58. Acústica: velocidade e propagação do som, intervalo acústico, intensidade sonora, reflexão, tubos sonoros e efeito Doppler.		
59. Radiação, suas interações e suas aplicações tecnológicas.		
60. Carga elétrica, eletrização e lei de Coulomb.		
61. Campo elétrico, trabalho e potencial elétrico.		
62. Capacitores e blindagem eletrostática.		
63. Corrente elétrica e resistência.		
64. Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia.		X
65. Circuitos elétricos simples.		
66. Circuito de malhas múltiplas.		
67. Circuitos especiais.		
68. Corrente alternada.		
69. Medidores elétricos.		
70. Representação gráfica de circuitos e Símbolos convencionais.		
71. Geradores e receptores elétricos.		
72. Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos.		X
73. Os ímãs e suas propriedades.		
74. Campo magnético e força magnética.		
75. Indução eletromagnética.		
76. Indutância.		
77. Oscilações eletromagnéticas.		
78. Equações de Maxwell.		
79. Motores elétricos, alternadores, dínamos e transformadores.		
80. Ondas eletromagnéticas.		
81. Noções de relatividade especial.		
82. Noções de relatividade geral.		
83. Conhecimentos qualitativos de Física Quântica: teoria dos quanta, efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, natureza dual da luz e princípio da incerteza.		
84. Mecânica quântica: estudos quantitativos.		
85. Princípios da física nuclear.		

Quadro 8: Conteúdos essenciais referentes ao Curso de Engenharia de Produção. (2)
 Fonte: Fonte: Elaborado pelo Autor (2015, a partir de dados da pesquisa)

Observa-se que, embora os professores reclamem da defasagem de conteúdo dos alunos ingressos numa IES (BARBETA; YAMAMOTO, 2002), os professores participantes da pesquisa assinalam como pré-requisitos para esses estudantes que estão saindo do ensino médio, apenas os assuntos referentes ao Sistema Internacional de Unidades, Grandezas fundamentais da mecânica e Leis de Newton e suas aplicações.

É interessante notar também, que para esses docentes, os conteúdos essenciais em sua maior parte, são os referentes aos Conhecimentos básicos e alguns tópicos da Mecânica Clássica, que são apresentados no volume 1 da coleção “Fundamentos de Física”, correspondente ao curso de Física 1, geralmente oferecido no primeiro e/ou segundo período da graduação em EP.

É relevante ressaltar que para o método estatístico adotado, o cálculo do CRV crítico depende do número de respondentes, ou seja, quanto maior a amostra, menor será esse valor ($CRV_{crítico}$). Neste caso, para 13 respondentes, como é o caso do presente trabalho, o $CRV_{crítico}$, em sua maioria, foi igual a 0,544, fazendo com que determinado item tivesse uma frequência de respostas maior que 77,2% para que fosse caracterizado como essencial. Se toda a população correspondente à 18 professores tivesse participado da pesquisa, o $CRV_{crítico}$, segundo Ayre e Scally (2014), passaria para 0,444, podendo mudar um pouco o cenário dos conteúdos essenciais.

4.2.2: Considerados necessários ao Exercício da Profissão segundo as Provas de Concursos para o cargo de Engenheiro de Produção.

Este tópico apresenta os conteúdos necessários para o exercício profissional do engenheiro de produção, obtidos a partir de uma mineração de texto feita em uma coleta de provas de concursos públicos para o referido cargo. Os conteúdos foram agrupados por temas, totalizando oito blocos. A

Figura apresenta o percentual relacionado a cada bloco.

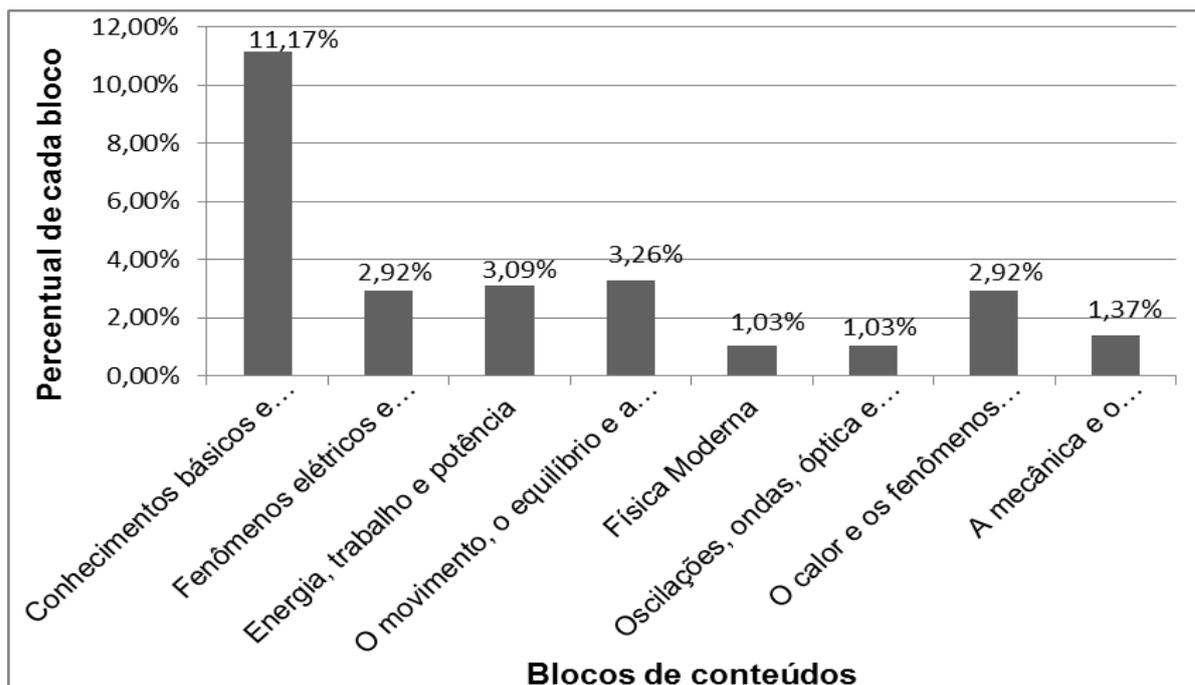


Figura 22: Conteúdos cobrados nos concursos para o exercício da profissão de um engenheiro de produção.

Fonte: Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Para cada bloco apresentado tem-se uma lista de conteúdos abordados. Nota-se que o percentual relativo a cada bloco é muito baixo, tendo em vista o quantitativo de assuntos.

Observa-se, a partir do gráfico, que os conteúdos que aparecem em maior proporção são os relacionados aos “Conhecimentos básicos e fundamentais” onde estão inseridos os conteúdos: Noções de ordem de grandeza e notação científica, Sistema Internacional de Unidades, Ferramentas básicas: gráficos e vetores e Conceituação de grandezas vetoriais e escalares. Tais conteúdos são fundamentais para todos os cursos da área de ciência e tecnologia. São considerados como ferramentas, sendo utilizados não só pela Física, mas também pela matemática, o que os fazem aparecer num quantitativo maior de questões. Nota-se que os demais blocos mostram um percentual abaixo de 3,5%. Considerando o fato que uma determinada palavra-chave da ontologia utilizada na mineração de texto pode ser catalogada em mais de um bloco, esse percentual passa a ser insignificante, ou seja, os conteúdos de física cobrados nos concursos públicos para o engenheiro de produção são pouco explorados.

Os conteúdos referentes a “O movimento, o equilíbrio e a descoberta das leis

físicas”, assim como “O calor e os fenômenos térmicos” e “Energia, trabalho e potência”, foram considerados pelos respondentes como essenciais em sua totalidade ou grande maioria, porém apresentaram percentuais aproximadamente iguais a 3,3%, 2,9% e 3,1%, respectivamente. Já o tema “Oscilações, ondas, óptica e radiação”, também entendido, em sua maior parte, como essencial, obteve um percentual ainda menor, cerca de 1%.

Os temas “Física Moderna” e “Mecânica e o funcionamento do Universo” apresentaram-se com cerca de 1% e 1,4%, respectivamente, das questões cobradas nos últimos concursos. Na concepção dos docentes pesquisados, ambos os temas não são considerados essenciais tanto para o aluno ingressante quanto para o egresso.

Por fim, o bloco “Fenômenos elétricos e magnéticos”, onde apresentou poucos conteúdos entendidos como essenciais, obteve um percentual igual ou próximo a temas considerados essenciais.

O quadro 9 apresenta um resumo dos dados obtidos através da pesquisa realizada.

Bloco de conteúdos	Ingresso	Egresso	Exercício da Profissão
Conhecimentos básicos e fundamentais	25,00%	100,00%	11,17%
O movimento, o equilíbrio e a descoberta das leis físicas	9,52%	23,81%	3,26%
Energia, trabalho e potência	0,00%	66,66%	3,09%
Mecânica e o funcionamento do Universo	0,00%	0,00%	1,37%
O calor e os fenômenos térmicos	0,00%	30,00%	2,92%
Oscilações, ondas, óptica e radiação	0,00%	7,69%	1,03%
Fenômenos elétricos e magnéticos	0,00%	10,00%	2,92%
Física Moderna	0,00%	0,00%	1,03%

Quadro 9: Percentual referente à essencialidade dos conteúdos segundo os docentes respondentes e as questões dos concursos para de Engenharia de Produção

Fonte: Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

Para uma análise comparativa, o mesmo procedimento de mineração de texto foi realizado em questões de concursos públicos para engenheiros civis e mecânicos. A figura 23 mostra essa comparação entre as engenharias.

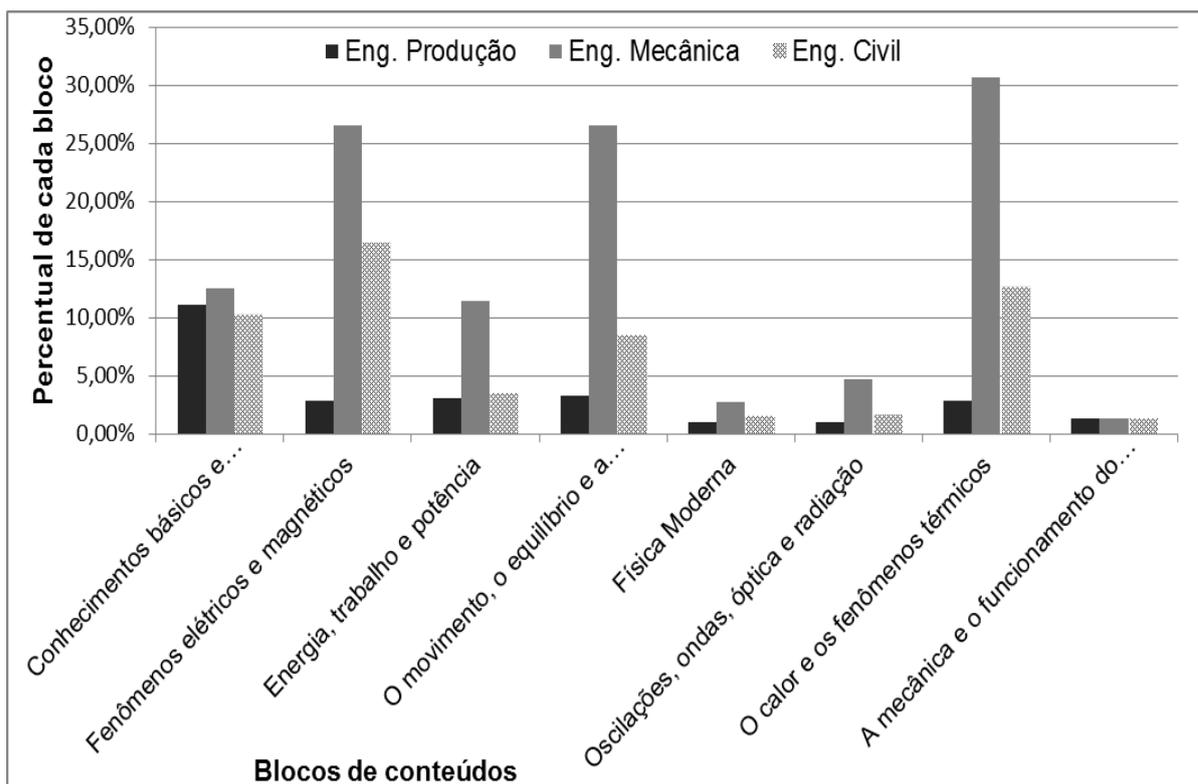


Figura 23: Comparação entre os conteúdos de física cobrados em concursos para diferentes modalidades de Engenharia.

.Nota-se que para as três engenharias, os conteúdos referentes à “conhecimentos básicos e fundamentais” têm o percentual de cobrança semelhante nos concursos. Porém, no que diz respeito aos tópicos referentes à “Fenômenos elétricos e magnéticos”, “O movimento, o equilíbrio e a descoberta das leis físicas” e “O calor e os fenômenos térmicos” pode-se perceber uma dependência da engenharia mecânica e da engenharia civil, o que não ocorre na EP. Os blocos de “Física moderna”, “Oscilações, ondas, óptica e radiação” e “ A mecânica e o funcionamento do Universo” apresentam um percentual muito baixo. O que se pode constatar é que a EP possui um vínculo quase que insignificante com a física no que se refere aos concursos, quando comparada com cursos de engenharia mecânica e civil.

5: CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1: QUANTO AO OBJETIVO PROPOSTO

O presente trabalho identificou os conteúdos de física considerados essenciais para os alunos que estão ingressando num curso de EP, ou seja, os conteúdos que são entendidos como pré-requisitos para que ele tenha um bom desempenho nas disciplinas do curso superior, relacionadas a esta matéria. São eles:

- Sistema Internacional de Unidades;
- Grandezas fundamentais da mecânica: tempo, espaço, velocidade e aceleração;
- Leis de Newton e suas aplicações.

Também foram apontados os assuntos de física, que na concepção dos docentes pesquisados, são essenciais para um egresso do curso de EP, com outras palavras, os que foram julgados essenciais para o exercício da profissão de um engenheiro de produção. Para alcançar tais resultados, foram elaborados e aplicados questionários a um conjunto de professores de física que lecionam nos cursos de EP do município de Campos dos Goytacazes, a partir desse instrumento, as respostas foram tabuladas e trabalhadas estatisticamente, realizando em seguida a sua análise. Os conteúdos considerados essenciais para o egresso são:

- Noções de ordem de grandeza;
- Grandezas fundamentais da mecânica: tempo, espaço, velocidade e aceleração;
- Ferramentas básicas: gráficos e vetores;
- Conceituação de grandezas vetoriais e escalares;
- Leis de Newton e suas aplicações.
- Força de atrito, força peso, força normal de contato e tração;
- Centro de massa, centro de gravidade e a ideia de ponto material;
- Diagrama de forças;
- Condições de equilíbrio estático, ponto material e de corpos rígidos;
- Conceituação de trabalho, energia e potência;
- Conceituação de energia potencial e de energia cinética;
- Conservação de energia mecânica e dissipação de energia;
- Diferentes formas de energia;
- Conceitos de calor e de temperatura;
- Termometria;
- Transferência de calor, equilíbrio térmico, capacidade calorífica e calor específico;

- Movimento harmônico simples;
- Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia;
- Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos.

Também foram identificados os conteúdos de física necessários para o exercício da profissão de um Engenheiro de Produção. Para isso, realizou-se uma coleta de provas de concursos públicos para o cargo, via internet, construindo um banco de questões. Posteriormente, empregou-se a técnica de mineração de texto por classificação, onde o software utilizado fez a identificação de palavras chaves referente aos conteúdos de cada bloco. Pode-se notar que os conteúdos de física foram pouco explorados nas provas de concursos para este cargo.

Foram comparados os conteúdos de física cobrados nos concursos públicos para o cargo de engenheiro de produção e os considerados essenciais para a formação dos mesmos a partir da tabela confeccionada após análises dos resultados. Observou-se que para a engenharia de produção os conteúdos de física apresentam-se com um percentual irrisório em relação ao apresentado pelas engenharias civil e mecânica.

5.2: QUANTO AO TRABALHO REALIZADO

As IES, de um modo geral, que disponibilizam o curso superior de EP, oferecem, para o ciclo básico da engenharia, turmas mistas, ou seja, não possuem turmas específicas para cada modalidade. Essa realidade não permite ao docente realizar um trabalho voltado para engenharia de produção, em outras palavras, não existe um ensino de física no ciclo básico voltado especificamente para as necessidades de um estudante de engenharia de produção.

Sabe-se que é no ciclo básico que ocorre o maior taxa de evasão e o baixo rendimento em física é um grande fator. Segundo Silva e Cecílio (2007), existe uma grande desmotivação dos alunos, em relação às disciplinas básicas, entre elas a física, por não saberem o porquê de estarem aprendendo determinado conteúdo e onde este será empregado nas disciplinas profissionalizantes. A grande maioria dos

docentes que lecionam a física para a EP é formada em física (seja licenciatura ou bacharelado) e todos eles ministram suas aulas sem distinção de cursos. Para Silva e Cecílio (2007), é necessário que os professores dos cursos de engenharia, tenham a vivência dessa prática para que seus alunos sejam preparados da melhor forma.

Para a engenharia de produção, a física é determinante para fundamentar disciplinas do ciclo profissionalizantes como, por exemplo, resistência dos materiais, sistemas térmicos e sistemas fluidos mecânicos, processos técnicos etc., além de capacitar e estimular sua atuação crítica. Neste trabalho não se questiona a importância da disciplina, entretanto, a mesma possui uma carga horária elevada no que diz respeito ao ciclo básico e, para a EP, como se pode constatar, poucos conteúdos são relevantes para a formação e exercício da profissão de um engenheiro de produção.

Para isto, sugere-se um ensino de física destinado a este curso, dando ênfase aos conteúdos que de fato importam e trabalhando com uma metodologia diferenciada que permita articular melhor os conteúdos de física com a Engenharia de Produção. De acordo com as DCN para a graduação de engenharia, as IES têm que manter um mínimo de 30% de sua carga horária total com as disciplinas especificadas, no entanto, dentro das determinações, a instituição tem plena liberdade para elaborar seu currículo e ementa de cada disciplina, sendo assim, é interessante que se respeite as especificidades de cada modalidade.

5.3: QUANTO AOS TRABALHOS FUTUROS

Para próximos trabalhos, pretende-se identificar os conteúdos essenciais de física na visão dos coordenadores dos cursos de EP e dos egressos. Para avaliar a importância da física para o exercício da profissão de um engenheiro de produção será feita uma pesquisa em empresas que possuem o cargo.

Pretende-se também, analisar os currículos dos cursos de EP oferecidos no município de Campos dos Goytacazes e identificar os conteúdos essenciais das disciplinas básicas ministradas no mesmo na percepção dos docentes e quais são os conteúdos necessários ao exercício da profissão do engenheiro de produção.

6: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEPRO. **Engenharia de Produção: Grande área e diretrizes curriculares**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Ref_curriculares_ABEPRO.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

ARANHA, C.; PASSOS, E. A tecnologia de mineração de textos. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, 2006. Disponível em: <<http://www.spell.org.br/documentos/download/26518>>. Acesso em: 12 jan 2015

AYRE, C.; SCALLY, A. J. Critical values for lawshe's content validity ratio revisiting the original methods of calculation. **Measurement and Evaluation in Counseling and Development**, New York-US, v. 47, n. 1, p. 79–86, 2014. Disponível em: <<http://file.qums.ac.ir/repository/snm/Critical%20Values%20for%20Lawshe%E2%80%99s%20%20Content%20Validity%20Ratio.pdf>>. Acesso em: 12 jan 2015

BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. Dificuldades conceituais em física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 3, set. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172002000300011>. Acesso em: 12 jan 2015

BITTENCOURT, H. R.; VIALI, L.; BELTRAME, E. A engenharia de produção no Brasil: um panorama dos cursos de graduação e pós-graduação. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília-DF, v. 29, n. 1, p. 11–19, 2010. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/download/81/61>>. Acesso em: 12 jan 2015

BORCHARDT, M. et al. O perfil do engenheiro de produção: a visão de empresas da região metropolitana de Porto Alegre. **Production**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 230–248, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132009000200002>. Acesso em: 12 jan 2015

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. (BRASIL, 2013a). **Censo da educação superior**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse>>. Acesso em: 5 fev. 2015

_____. _____. (BRASIL, 2013b). **Censo escolar da Educação Básica 2013: resumo técnico**. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/resumo_tecnico_censo_educacao_basica_2013.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2015

_____. _____. **e-MEC**: 2015. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 21 jan. 2015

_____. _____. **Parâmetros curriculares nacionais: orientações para o ensino médio**: 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>

_____. _____. **Resolução CNE/CES 11/2002**. Institui diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia. Brasília-DF: MEC, . 2002. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>

_____. SENADO FEDERAL. **Lei nº 9.394**: lei de diretrizes e bases da educação nacional. Brasília,DF: MEC,. 1996. Disponível em:<<http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70320/65.pdf?sequence=3>>. 12 mar.2014

CANTO FILHO, Alberto Basto do; et al. Objetos de aprendizagem no apoio à aprendizagem de engenharia: explorando a motivação extrínseca. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, 2012. Disponível em:<<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/36390>>. 12 mar.2014

CARVALHO, C. H. A. DE. O PROUNI no governo Lula e o jogo político em torno do acesso ao ensino superior. **Educação e Sociedade**, Campinas-SP, v. 27, n. 96, p.

979–1000, 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/es/v27n96/a16v2796.pdf>>. 12 mar.2014

CHINELATTO, A. S. A. et al. Extensão universitária: promovendo a interação dos cursos de engenharia da UEPG com o ensino médio. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa-Paraná, v. 3, n. 1, p. 31–34, 2012. Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/conexao/article/viewFile/3831/2710>>. 12 mar.2014

COLENCI, A. T. **O ensino de engenharia de como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica**. 2000. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2000. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/.../18/.../Dissertacao_Ana_Teresa_Colenci2.pdf>. 12 mar.2014

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. **Resolução n° 1.010/2005**: dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília-DF: CONFEA, 2005. Disponível em:<<http://normativos.confea.org.br/downloads/1010-05.pdf>>. Acesso em: 14 mar.2014.

_____. **Resolução n° 218/73**: discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da engenharia, arquitetura e agronomia. Brasília-DF: CONFEA, 1973. Disponível em:<<http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=266>>. Acesso em: 14 mar.2014.

_____. **Resolução n° 235/75**: discrimina as atividades profissionais do engenheiro de produção. Brasília-DF: CONFEA, 1975. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/44/Relato_GTG_Proposta_11_2010_CCEEI_Eng_Producao.pdf>. Acesso em: 14 mar.2014.

_____. **Resolução n° 288/83**: designa o título e fixa as atribuições das novas habilitações em engenharia de produção e engenharia industrial. Brasília-DF: CONFEA, . 1983. Disponível em:< <http://normativos.confea.org.br/downloads/0288-83.pdf>>. Acesso em: 14 mar.2014.

CORDEIRO, J. S. et al. Um futuro para a educação em engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/viewFile/68/49>>. Acesso em: 14 mar.2014. v. 27, n. 3, 2008.

CUNHA, G. D. DA. **Um panorama atual da engenharia da produção**. Rio de Janeiro: ABEPRO, , 2002. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/PanoramaAtualEP4.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2015

DUARTE, R. C.; DELLAGNELO, E. H. L. Novas e velhas competências e a implementação do SAP R/3: o caso da Vonpar Refrescos S/A. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 21, 2001, Campinas: **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2002. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad_2001/GRT/2001_GRT1354.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2015

FAE, C.; RIBEIRO, J. L. D. Um retrato da engenharia de produção no Brasil. **Revista Gestão Industrial**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 24–33, 2005. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:W3_CxVXuHRUJ:www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/revista/revista2005/PDF3/RGIv01n03a03.doc+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 13 jan. 2015

FARIA, A. F.; SOUZA JUNIOR, A. C. R. Propostas de melhoria do projeto pedagógico através do acompanhamento dos egressos. **Revista GEPROS**, São Paulo, n. 1, p.33, 2007. Disponível em: <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/130>>. Acesso em: 13 jan. 2015

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. Construindo o conceito de competência. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 5, p. 183–196, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-6552001000500010>. Acesso em: 13 jan. 2015

FREITAS, André Luís Policnai; SILVA, Vinícius Barcelos da. Avaliação e classificação de instituições de ensino médio: um estudo exploratório. **Educação e Pesquisa**, v. 40, n. 1, p. 30, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v40n1/aop1268.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2015

FURLANETTO, E. L.; MALZAC NETO, H. G.; NEVES, C. P. Engenharia de produção no Brasil: reflexões acerca da atualização dos currículos dos cursos de graduação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26, 2006, 9-11 out., Fortaleza-CE. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. p. 38–50. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_TR540362_7984.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2015

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INTEXT. **Text mining**. Disponível em: <<http://www.intext.com.br/>>. Acesso em: 25 fev. 2015.

KRAWCZYK, N. **O ensino médio no Brasil**. São Paulo: Ação Educativa, 2009. Disponível em: <http://www.cereja.org.br/arquivos_upload/emquestao6_acaoeducativa.pdf>. Acesso em: 14 maio 2014.

LAWSHE, C. H. A quantitative approach to content validity. **Personnel psychology**, New York-US, v. 28, 1975. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.460.9380&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 14 maio 2014

LONGO, W. P. E. O programa de desenvolvimento das engenharias. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2 jul/dez, p. 417–447, 2009. Disponível em: <<http://www.spell.org.br/documentos/download/24025>>. Acesso em: 14 maio 2014

LUCENA, L. C. DE. **Um Breve Histórico do Instituto Militar de Engenharia: Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, 1792**. Disponível em: <<http://www.ime.eb.br/arquivos/Noticia/historicoIME.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2015

MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. M. Investigando a metodologia dos problemas geradores de discussões: aplicações na disciplina de física no ensino de engenharia. **Ciência e Educação**, Bauru-SP, v. 16, n. 3, p. 525–542, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132010000300002>. Acesso em: 26 jan. 2015

MARTINS, L. M. et al. Experiências adquiridas com o ensino da disciplina de processos químicos no curso de engenharia de produção. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília-DF, v. 32, n. 1, 2014. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/view/135> >. Acesso em: 26 jan. 2015

MELLO, J. C. C. B. S. DE; MELLO, M. H. C. S. DE. Integração entre o ensino de cálculo e o de pesquisa operacional. **Production**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 123–129, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132003000200012>. Acesso em: 26 jan. 2015

MENEZES FILHO, N. A. **Os determinantes do desempenho escolar do Brasil**. São Paulo: IFB, 2007.

MONTEIRO, G. T. R.; HORA, H. R. M. DA. **Pesquisa em saúde pública: como desenvolver e validar instrumentos de coleta de dados**. Curitiba: Appris, 2014. 112p. volume 1.

MOTA, R.; MARTINS, R. As políticas do MEC para a Educação Superior e o Ensino de Engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília-DF, v. 27, n. 3, p. 61–68, 2009. Disponível em: <<http://abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/download/67/48>>. Acesso em: 26 jan. 2015

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. Caderno de Pesquisa em Administração, São Paulo, v. 1, n. 3, p.2-5, jul-dez, 1996. Disponível em: <http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/pesquisa_qualitativa_caracteristicas_usos_e_possibilidades.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2015

OLIVEIRA, H. P.; PASSOS, W. DE A. C. Ensino de Física básica para as engenharias: O caso da UNIVASF. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília-DF, v. 33, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/revistas/ABENGE/v33n02/v33n02a02.pdf> >. Acesso: 15 jan 2015.

OLIVEIRA, P. J. C. DE. **Ensino da física num curso superior de engenharia: na procura de estratégias promotoras de uma aprendizagem activa**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Aveiro, Aveiro-Portugal, 2009.

OLIVEIRA, Vanderli Fava de. (OLIVEIRA, 2005a). A avaliação dos cursos de engenharia de produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24, 2004, 03-04 nov, Florianópolis-SC. **Anais....** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2005. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP2004_Enegep1101_1939.pdf>. Acesso em: 14 maio 2014.

_____. (OLIVEIRA, 2005b) Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília-DF, v. 24, n. 2, p. 3–12, 2005. Disponível em:<<http://www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/viewFile/25/7>>. Acesso em: 14 maio 2014.

OLIVEIRA, V. F. et al. Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília-DF, v. 32, n. 3, p. 37–56, 2013. Disponível em:<<http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/ExpEng-RevAbenge.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2014.

PARDAL, P. **140 anos de doutorado e 75 de livre docência no ensino de engenharia no Brasil**. Rio de Janeiro: Escola de Engenharia da UFRJ, 1986.

PEREIRA, L. M. L. **Sistema CONFEA/CREA: 75 anos construindo uma nação**. Brasília: CONFEA/CREA, 2008.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno brasileiro de ensino de física**, Florianópolis-SC, v. 19, n. 1, p. 93–114, 2002. Disponível em:<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/9297/8588+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

PIRATELLI, C. L. A engenharia de produção no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO EM ENGENHARIA, 33, 2005, 12-15 set, Campina Grande-PB. **Anais....** Brasília-DF: : ABENGE/COBENGE, 2006. Disponível em:<<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2005/artigos/SP-15-25046352818-1117717074687.pdf>>. Acesso em : <>. Aceso em: 12 jan. 2015.

REIS, V. W.; CUNHA, P. J.; SPRITZER, I. Evasão no ensino superior de engenharia no Brasil: um estudo de caso no CEFET/RJ. XL. **Anais...** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA COBENGE, 40, 2012, 03-06 set;

Belém, PA. **Anais....** Brasília-DF: ABENGE/COBENGE , 2013. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/103734.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2015

RIOS, J. R. T.; SANTOS, A. DOS; NASCIMENTO, C. Evasão e retenção no ciclo básico dos cursos de engenharia da Escola de Minas da UFOP In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 24, 2001, 19-22, Porto Alegre. **Anais...** Brasília-DF: ABENGE/COBENGE, 2002. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2001/trabalhos/APP020.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2015

SALERNO, M. S. et al. Tendências e perspectivas da engenharia no Brasil. **Observatório da Inovação e Competitividade-OIC: Relatório 2013.** Disponível em: <http://www.iea.usp.br/pesquisa/grupos/observatorio-inovacao-competitividade/publicacoes/online/engenhariadata-tendencias-e-perspectivas-da-engenharia-no-brasil-relatorio-2013/at_download/file+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 16 fev. 2015

SANTOS, F. C. A. Potencialidades de mudanças na graduação em engenharia de produção geradas pelas diretrizes curriculares. **Revista Produção**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 26–39, 2003. Disponível em: <<http://www.prod.org.br/site/call>>. Acesso em: 16 fev. 2015

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4.ed. Florianópolis-SC: UFSC, 2005.

SILVA, L. P.; CECÍLIO, S. A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. **Educação em revista**, Belo Horizonte-MG, v. 45, p. 61–80, 2007. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/download/135/126>>. Acesso em: 16 fev. 2015

SOARES, I. S. Evasão, retenção e orientação acadêmica: UFRJ–engenharia de produção: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 24, 2006, 12-15 set, Passo Fundo-RS. **Anais...** Brasília-DF: ABENGE/COBENGE, 2007. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2006/artigos/8_228_956.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2015

SZAJNBERG, M.; ZAKON, A. A ampliação e a readequação do ensino de física para a engenharia do terceiro milênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 24, 2001, 19-22, Porto Alegre. **Anais...** Brasília-DF: ABENGE/COBENGE, 2002. Disponível em: <<http://www.pp.ufu.br/ASIBE/trabalhos/728.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2015

TOZZI, M. J.; TOZZI, A. R. Escassez de engenheiros no Brasil: mito ou realidade? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34, 03-06 out, Blumenau-SC. **Anais...**Brasília-DF: ABENGE/COBENGE, 2012. Disponível em: <<http://www3.fsa.br/LocalUser/cobenge2011/sextoestec/art1579.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

APÊNDICE A: PESQUISA SOBRE ENSINO DE FÍSICA NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Caro(a) colega professor de física,

Esta pesquisa faz parte da minha dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, que visa investigar o papel dos conteúdos de física na atuação profissional do engenheiro de produção.

Gostaria de pedir ao sr.(a) menos de 10 minutos do seu tempo para que contribua com a nossa pesquisa, respondendo o questionário em sequência.

Serão dois blocos de perguntas:

1. O primeiro dedica-se à dados pessoais para fins de caracterização do respondente. Não é necessária a identificação;
2. O segundo sobre os conhecimentos necessários para o aluno que ingressa numa engenharia, que deveriam ter sido desenvolvidos ao longo do Ensino Médio e os conhecimentos necessários para um egresso de Engenharia de Produção.

OBS.: O bloco referente ao aluno ingresso aborda os itens que o sr.(a) considera essenciais, ou não, que o aluno já venha preparado do Ensino Médio. Em outras palavras, quais são os pré-requisitos para um aluno ingressar na Engenharia de Produção. Tenha em mente a formação do Engenheiro de Produção, e não a formação genérica de um Engenheiro.

O bloco referente ao aluno ingresso aborda os itens que o sr.(a) considera essenciais que o aluno domine para o exercício da profissão de Engenheiro de Produção. Em outras palavras, quais são os conteúdos que um Engenheiro de

Produção deve saber para exercer plenamente sua profissão.

Obrigada!

1. Dados de identificação

Neste bloco de questões, iremos perguntar alguns itens sobre você para que possamos realizar análises estratificadas.

1.1. Tipo da instituição *

Assinale o tipo de instituição, se pública ou privada, onde concentra sua maior carga horária.

Privada

Pública

1.2. Qual é a sua Instituição *

Escrever a sigla de como a instituição que você concentra sua maior carga horária é conhecida.

1.3. Qual é a física que você leciona, de acordo com a coleção Fundamentos de Física, do Halliday e Resnick? *

Entendemos que cada curso possui suas peculiaridades, mas para fins da pesquisa, informe qual é o volume do Halliday que mais se aproxima da disciplina de física que você leciona no curso de Engenharia de Produção. Você poderá marcar mais de uma opção.

Volume 1 - Mecânica

Volume 2 - Gravitação, Ondas e Termodinâmica

Volume 3 - Eletromagnetismo

Volume 4 - Óptica e Física Moderna

1.4. Qual é a sua graduação? *

Informe o item que mais se aproxima da sua realidade. Marque todos os itens que forem necessários.

- Engenheiro Mecânico
- Bacharel em Física
- Engenheiro de Produção
- Engenheiro Civil
- Engenheiro Elétrico
- Licenciado em Física

Outro: _____

1.5. Qual é a sua titulação máxima? *

Informe somente a mais alta.

- Graduado
- cursando especialização ((pós latu sensu)
- Especialista (pós latu sensu)
- Mestrando
- Mestre
- Doutorando
- Doutor

Medidores elétricos.									
Representação gráfica de circuitos e Símbolos convencionais.									
Geradores e receptores elétricos.									
Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos.									
Os ímãs e suas propriedades.									
Campos magnéticos e força magnética.									
Indução eletromagnética.									
Indutância.									
Oscilações eletromagnéticas.									
Equações de Maxwell.									
Motores elétricos, alternadores e dínamos e transformadores.									
Física Moderna									
Ondas eletromagnéticas.									
Noções de relatividade especial.									
Noções de relatividade geral.									
Conhecimentos qualitativos de Física Quântica: teoria dos <i>quanta</i> , efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, natureza dual da luz e princípio da incerteza.									
Mecânica quântica: estudos quantitativos.									
Princípios da Física Nuclear.									

APÊNDICE B: ONTOLOGIA UTILIZADA NA MINERAÇÃO DE TEXTO.

Bloco 1 - Conhecimentos básicos e fundamentais.

- ordem de grandeza
- notação científica
- Sistema Internacional de Unidades
- SI
- Metro
- m
- quilograma
- kg
- massa
- segundo
- s
- tempo
- Ampere
- corrente elétrica
- Kelvin
- K
- Temperatura
- Mol
- quantidade de matéria
- candela
- cd
- intensidade luminosa.
- Vetores
- Gráficos
- Módulo
- Direção e sentido

Bloco 2 - O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas.

- Velocidade relativa
- Referencial
- trajetória
- Posição
- distância percorrida
- deslocamento
- mm
- cm
- m
- km
- Velocidade média
- m/s
- km/h
- Aceleração média
- m/s^2
- km/h^2
- Tempo
- Espaço
- Velocidade
- aceleração.
- Aristóteles
- Galileu
- Velocidade constante
- m/s
- km/h
- Função horária do espaço
- Função horária da posição
- MRU
- Aceleração escalar média
- m/s^2
- km/h^2
- Movimento acelerado
- movimento retardado
- MRUV
- Função horária da velocidade
- equação de Torricelli
- $s \times t$
- $v \times t$
- $a \times t$
- Queda livre

- aceleração da gravidade
- altura
- tempo de queda
- Lançamento vertical para cima
- Lançamento vertical para baixo
- Movimentos em duas dimensões
- Movimentos em três dimensões
- Composição de movimentos
- Independência de movimentos simultâneos
- Composição de velocidades
- v_x
- v_y
- Lançamento horizontal
- alcance
- Lançamento oblíquo
- salto em distância
- Movimento circular uniforme
- MCU
- velocidade escalar
- velocidade linear
- velocidade tangencial
- velocidade angular
- rad/s
- frequência
- período
- Hertz
- Hz
- rotações por minuto
- rpm
- rotações por segundo
- rps
- Transmissão de movimentos
- acoplamento de polias
- Abordagem escalar do movimento circular uniforme
- Vetor velocidade
- aceleração centrípeta
- Movimento circular uniformemente variado
- MCUV
- inércia
- 1ª lei de Newton
- Equilíbrio estático

- Equilíbrio dinâmico
- Resultante nula
- Referencial inercial
- Referencial não-inercial
- pseudoforças
- forças fictícias.
- Quantidade de movimento
- momento linear
- kg.m/s
- Impulso
- N.s
- teorema do impulso
- Newton
- N
- Força de atrito estático
- eminência de movimento
- coeficiente de atrito estático
- Força de atrito dinâmico
- Força de atrito cinético
- coeficiente de atrito cinético
- coeficiente de atrito dinâmico
- Segunda lei de newton
- corpo acelerado
- Força resultante
- Peso
- gravidade
- Sistema de corpos acelerados
- sistemas de blocos
- Plano inclinado
- Polias
- Resistência do ar
- Forças especiais
- Força de arrasto
- velocidade terminal
- Força de atrito
- força peso
- força normal
- força de tração
- Centro de massa
- Centro de
- equilíbrio estável

- equilíbrio instável
- equilíbrio indiferente
- Ponto material
- Diagrama de forças
- Dinâmica do movimento circular
- Resultante centrípeta
- Força centrípeta
- Força interna
- Força externa
- Teorema do impulso
- Sistemas isolados de forças externas
- Conservação da quantidade de movimento
- Colisões mecânicas – choque elástico e inelástico
- Sistemas com massa variável
- Momento de uma força
- Torque
- Rotação de um corpo
- equilíbrio estático
- ponto material
- corpos rígidos
- Equilíbrio estático de um ponto material
- Equilíbrio do corpo extenso
- Rotação
- Translação
- Momento de inércia
- Rolamento
- momento angular
- As Variáveis da Rotação
- As Grandezas Angulares
- Rotação com Aceleração Angular Constante
- Relacionando as Variáveis Lineares e Angulares
- Energia Cinética de rotação
- Cálculo do Momento de Inercia
- A Segunda Lei de Newton para a rotação
- Energia cinética de rotação
- A Energia cinética de Rolamento
- loio
- Momenta Angular
- Eixo Fixo
- Conservação do Momento Angular
- Precessão

- Giroscópio
- Hidrostática
- Pressão média
- Atm
- N/m^2
- Pa
- mmHg
- cmHg
- bar.
- Pressão atmosférica
- Pressão hidrostática
- pressão em líquidos
- Densidade
- densidade absoluta
- massa específica
- g/cm^3
- kg/m^3 .
- Equação fundamental da hidrostática
- Princípio de pascal
- Vasos comunicantes
- Empuxo
- Princípio de Arquimedes
- Hidrodinâmica
- Fluidos em movimento
- Linhas de corrente
- Equação da continuidade
- Equação de Bernoulli
- escoamento de fluidos reais

Bloco 3 - Energia, trabalho e potência.

- Trabalho
- N.m
- Energia
- Joule
- J
- Energia potencial
- Energia cinética
- energia de movimento.
- Sistemas conservativos
- Sistemas dissipativos
- Conservação da energia

- Curva de energia
- Trabalho de uma força constante
- Trabalho de uma força variável
- Potência
- Watts
- J/s
- W
- cavalo-vapor
- horse-power
- Rendimento
- Forças conservativas
- dissipativas
- Energia solar
- Energia nuclear
- Energia eólica
- A energia elétrica
- Energia térmica
- Energia sonora
- energia luminosa
- Energia química

Bloco 4 - A mecânica e o funcionamento do universo.

- Aceleração gravitacional
- Lei da gravitação universal
- Campo gravitacional
- Imponderabilidade
- Gravitação e o princípio da superposição
- Constante gravitacional
- Gravitação no interior da Terra
- Gravitação próxima à superfície da Terra
- lei de Kepler
- lei das órbitas
- órbitas elípticas
- lei das áreas
- lei dos Períodos
- Corpos em órbita
- Marés
- variações climáticas
- Geocentrismo
- heliocentrismo
- Big Bang

- Aristóteles
- Copérnico
- Ptolomeu

Bloco 5 – O calor e os fenômenos térmicos

- calor
- energia térmica
- equilíbrio térmico.
- Temperatura
- Termometria
- Escalas termométricas
- Celsius
- °C
- Kelvin
- K
- Fahrenheit
- °F
- Escala absoluta
- capacidade calorífica
- Quantidade de calor
- Calorias
- Cal
- Joules
- J
- Capacidade térmica
- cal/°C
- Calor específico
- cal/g°C
- Equação fundamental da calorimetria
- Fontes de calor
- Propagação de calor
- Condução
- Convecção
- Radiação
- irradiação
- Condutibilidade térmica
- Dilatação
- contração
- Dilatação linear
- Coeficiente de dilatação linear
- Coeficiente de dilatação linear

- Coeficiente de dilatação linear
- $^{\circ}\text{C}^{-1}$
- $1/^{\circ}\text{C}$
- Dilatação superficial
- Dilatação volumétrica
- Dilatação dos líquidos
- Comportamento anômalo da água
- Mudança de estado físico
- calor latente
- cal/g
- diagramas de fases
- Fases da matéria
- Mudança de fase
- Fusão
- Solidificação
- Vaporização
- Condensação
- Sublimação
- cristalização
- Curva de aquecimento
- Trocas de calor
- Calorímetro
- Número de avogadro
- Teoria cinética dos gases
- Transformações gasosas
- Isotérmica
- lei de Boyle
- isobárica
- lei de Charles e Gay-Lussac
- isovolumétrica
- isométrica
- isocórica
- lei de Charles
- Equação de Clapeyron
- equação de estado de um gás ideal
- Lei geral dos gases
- Energia cinética de translação
- Livre caminho médio
- Distribuição de velocidades moleculares
- Equipartição da energia
- Expansão

- Compressão
- Trabalho em uma transformação gasosa
- Energia interna
- Primeira lei da termodinâmica
- Segunda lei da termodinâmica
- Transformações cíclicas
- Máquinas térmicas
- Ciclo de Carnot – rendimento máximo
- Força motriz do motor
- Entropia
- Máquinas frigoríficas
- Motor de explosão
- Mudança de temperatura
- Inversão térmica

Bloco 6 - Oscilações, ondas, óptica e radiação

- princípios da óptica geométrica
- Feixe de luz
- pincel de luz
- Fonte primária
- Fonte secundária
- Feixe convergente
- Feixe divergente
- Feixe paralelo
- Princípio da propagação retilínea da luz
- Princípio da reversibilidade da luz
- Princípio da independência dos raios de luz
- Sombra
- Penumbra
- eclipse
- Câmara escura
- Ângulo visual
- diâmetro aparente
- Ano-luz
- Reflexão da luz
- Refração da luz
- Leis da reflexão
- Leis da Refração
- Índice de refração
- Óptica geométrica
- Lentes

- Espelhos
- formação de imagens
- Espelhos planos
- Campo visual
- Imagens reais
- Imagens virtuais
- Espelhos esféricos
- Espelho côncavo
- Espelho convexo
- Lentes convergentes
- Lentes divergentes
- Centro de curvatura
- Foco
- eixo principal
- vértice
- ângulo de abertura
- Equação de Gauss
- Aumento
- ampliação
- Refração atmosférica
- Reflexão total
- Ângulo limite
- Fibras ópticas
- Dióptro plano
- Lâmina de faces paralelas
- Dispersão da luz
- Arco-íres
- anomalias da visão
- Acomodação visual
- Defeitos da visão
- Miopia
- Hipermetropia
- presbiopia
- vista cansada
- astigmatismo.
- Instrumentos ópticos
- Luneta
- Lupa
- Microscópio
- Máquina fotográfica
- Telescópios

- Movimento harmônico
- Oscilações
- Movimento harmônico simples
- MHS
- Oscilador harmônico simples
- Oscilações forçadas
- ressonância
- Pêndulo
- onda
- Período
- Frequência
- Hz
- Hertz
- ciclo
- pulso
- Feixes de onda
- frentes de onda
- Propagação
- Velocidade da onda
- Ondas unidimensionais
- Ondas em uma corda
- Ondas transversais
- Ondas longitudinais
- Amplitude
- Velocidade de propagação de uma onda
- Comprimento de onda
- Equação fundamental da ondulatória
- Ondas bidimensionais
- Ondas estacionárias
- Fenômenos ondulatórios
- Interferência
- Difração
- Ressonância
- Polarização
- Ondas em diferentes meios de propagação
- Mudança de meio
- Densidade do meio
- Acústica
- Ondas tridimensionais
- Espectro sonoro
- Infrassom

- Subsom
- ultrassom
- Velocidade do som
- Qualidade fisiológica do som
- Timbre
- intensidade sonora
- Instrumento de corda
- Instrumento de sopro
- Efeito Doppler
- Radiação
- Arco-íres de Maxwell
- Transporte de energia

Bloco 7 – Fenômenos elétricos e magnéticos

- Carga elétrica
- Coulomb
- C
- Processos de eletrização
- eletrização por atrito
- eletrização por contato
- eletrização por indução
- Condutores
- isolantes
- Força elétrica
- Lei de Coulomb
- Campo elétrico
- N/C
- V/m
- Linhas de campo elétrico
- Linhas de força
- Carga pontual
- dipolo elétrico
- linha de cargas
- disco carregado
- Campo elétrico uniforme
- Lei de Gauss
- Fluxo
- simetria plana
- simetria cilíndrica
- simetria esférica
- Potencial elétrico

- Superfícies equipotenciais
- Condutor carregado
- Capacitância
- C/V
- F
- Capacitores em série
- Capacitores em paralelo
- Capacitor com dielétrico
- Blindagem eletrostática
- Corrente elétrica
- Ampere
- Densidade de corrente
- Resistência
- Ω
- Resistividade
- Ω/m
- Lei de Ohm
- Potência elétrica
- Watts
- W
- kW
- Consumo de energia
- kWh
- Semicondutores
- Supercondutores
- Tensão
- Volts
- V
- Circuitos elétricos simples
- circuito de uma malha
- Diferença de potencial
- ddp
- Associação de resistores
- Circuitos de múltiplas malhas
- Circuitos RC
- Circuitos com mais de uma malha
- Leis de Kirchhoff
- Circuitos especiais
- Conversores
- Potenciômetro
- Conversores AD e DA

- Corrente alternada
- Medidores elétricos
- Amperímetro
- Voltímetro
- Galvanômetro
- Geradores
- receptores
- Associação de geradores
- Equação do gerador
- Curva característica
- imãs
- magnetismo
- Imãs permanentes
- Imãs artificiais
- Campo magnético
- Tesla
- T
- Condutor circular
- condutor retilíneo
- bobinas
- Campos cruzados
- o efeito Hall
- Cíclotrons
- sincrotrons
- Força magnética
- Espira percorrida por corrente
- Condutores paralelos
- Momento magnético dipolar
- Lei de Ampere
- Solenoides
- Toróides
- Indução
- Faraday
- Lei de lenz
- Indução
- transferência de energia
- Campos elétricos induzidos
- Indutância
- Auto-indução
- Circuitos RL
- Indução mútua

- Oscilações eletromagnéticas
- Oscilações em um circuito LC
- Analogia eletromecânica
- Oscilações forçadas
- Circuitos RLC
- Transformadores
- Equações de Maxwell
- Lei de Gauss para campos magnéticos
- Corrente de deslocamento
- Magnetismo e elétrons
- Diamagnetismo
- paramagnetismo
- ferromagnetismo
- Motores elétricos
- Alternadores
- dínamos

Bloco 8 – Física Moderna

- Ondas eletromagnéticas
- ondas de rádio
- micro-ondas
- radiação infravermelha
- luz visível
- radiação ultravioleta
- raios X
- raios gamas.
- Polarização
- Noções de relatividade especial
- Postulados da relatividade
- Relatividade da simultaneidade
- Relatividade do tempo
- Relatividade das distâncias
- Transformação de Lorentz
- Noções de relatividade geral
- Relatividade
- física quântica
- Teoria dos quanta
- Efeito fotoelétrico
- Átomo de Bohr
- Natureza dual da luz
- Princípio da incerteza

- Átomo de hidrogênio
- Mecânica quântica
- Equação de Schrödinger
- Princípio de indeterminação de Heisenberg
- física nuclear
- Propriedade dos núcleos
- Decaimento radioativo
- Decaimento Alfa e Beta
- Fusão e fissão
- Reator nuclear
- Quarks
- Léptons
- Hádrons