

AVALIAÇÃO DO ENSINO SUPERIOR DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA
UFRJ USANDO DEA E UMA ABORDAGEM QUALITATIVA

Daniel Braga Arêas

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovado por:

Prof. Marcos Pereira Estellita Lins, D.Sc.

Prof. Virgílio José Martins Ferreira Filho, D.Sc.

Prof. João Carlos Correia Baptista Soares de Mello, D.Sc.

Prof^a Sandra Albernaz de Medeiros, M.Sc.

Prof^a. Cláudia de Oliveira Fernandes, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
JULHO DE 2005

ARÊAS, DANIEL BRAGA

Avaliação do Ensino Superior da Engenharia
de Produção da UFRJ Usando DEA e uma
Abordagem Qualitativa [Rio de Janeiro] 2005

VIII, 137p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ,
M.Sc.,Engenharia de Produção, 2005)

Dissertação – Universidade Federal do Rio de
Janeiro, COPPE

1.Avaliação do ensino de Engenharia de Produção
na UFRJ 2. Análise Envoltória de Dados 3.
Pesquisa Social

I. COPPE/UFRJ II. Título (Série)

DEDICATÓRIA

*À minha avó Izabel
e ao meu avô Amarito (in memoriam),
pessoas que foram para mim
modelos de bravura, coragem e honradez*

AGRADECIMENTOS:

A meu pai e minha mãe, pelo amor incondicional, pela formação do meu caráter, por tudo;

Ao meu querido irmão João, pelo apoio e ajuda inestimáveis;

Ao Prof. Marcos Pereira Estellita Lins, pessoa com quem tenho profunda identificação, pela orientação, pelo apoio, pelos ensinamentos, pelas longas conversas sobre nossas visões de mundo e pela (quase infinita!) paciência;

À Prof^a. Sandra Albernaz de Medeiros, não só pela ajuda inestimável na realização deste trabalho, mas sobretudo pelas palavras de apoio e incentivo nos momentos difíceis;

À Prof^a. Cláudia de Oliveira Fernandes, pela fundamental e decisiva ajuda na realização deste trabalho;

Aos Professores Ismael Soares, Maura Montella, Adriano Proença e Marcos Estellita, por abrirem espaço em seus horários de aula para aplicação do questionário;

A todos os 121 alunos do curso de graduação que se dispuseram a participar da pesquisa apresentada neste trabalho;

A todos os meus queridos amigos da Área de Pesquisa Operacional com quem tive a oportunidade e o privilégio de conviver e trabalhar, durante estes 28 meses;

Ao meu amigo Guilherme Calôba, por ter se disposto a me ajudar no que fosse preciso e que me deu fundamentais conselhos e diretrizes a serem seguidas;

À Andréia Lima, funcionária de Área de Pesquisa Operacional, pelas ações que possibilitaram que esse projeto fosse terminado em tempo hábil;

À CAPES, pelo apoio financeiro à realização deste projeto;

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

AVALIAÇÃO DO ENSINO SUPERIOR DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
DA UFRJ USANDO DEA E UMA ABORDAGEM QUALITATIVA.

Daniel Braga Arêas

Julho/2005

Orientador: Marcos Pereira Estellita Lins

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho visa realizar uma análise e provocar uma reflexão acerca do ensino de Engenharia de Produção na Universidade Federal do Rio de Janeiro, utilizando-se de duas metodologias complementares. Na primeira, será feito uso de uma metodologia quantitativa de medição de eficiência, conhecida com Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis - DEA), baseada em programação matemática e que confronta inputs investidos com outputs obtidos. O Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ terá sua eficiência medida comparativamente a outros 23 Programas de Pós-Graduação da mesma Universidade. A segunda abordagem será utilizada no sentido de complementar a análise realizada através de DEA, medindo certas variáveis e atributos não passíveis de serem mensuradas através de um método quantitativo. Para tanto, é realizada uma pesquisa com alunos do 5º ao 10º períodos do curso de graduação em Engenharia de Produção, através da qual se busca aferir se o curso tem sido capaz de despertar nos alunos a consciência social e a noção da importância do Engenheiro de Produção para a sociedade.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ASSESSMENT OF PRODUCTION ENGINEERING COURSE AT UFRJ
USING DEA AND A QUALITATIVE METHODOLOGY

Daniel Braga Arêas

July/2005

Advisor: Marcos Pereira Estellita Lins

Department: Production Engineering

This work seeks to analyze and stimulate reflection about the course of Production Engineering at the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), making use of two complementary methodologies. The first one uses Data Envelopment Analysis (DEA), an efficiency measurement, linear programming based technique which confronts decision making units based on their inputs and outputs. The post-graduation program of Production Engineering at COPPE/UFRJ will be confronted with other 23 post-graduation programs of the same university. The second approach is used in a way to complement the DEA analysis, measuring variables and attributes difficult to assess in a quantitative manner. A survey with undergraduate students of the Production Engineering Course of UFRJ (from 5th to 10th period) was conducted in order to investigate whether or not the course can bring into light social consciousness and the importance of the Production Engineer to the society as a whole.

ÍNDICE

Capítulo I – Introdução.....	1
Capítulo II – Data Envelopment Analysis.....	7
II.1 – Fundamentos Teóricos e Modelos Básicos.....	7
II.1.1 - Conceitos Gerais.....	7
II.1.2 – Histórico.....	9
II.1.3 – O modelo CCR – Modelo dos Multiplicadores.....	11
II.1.4 – Conjunto de referência.....	14
II.1.5 – Modelo CCR – Modelo do Envelope.....	15
II.1.6 – Ineficiência Técnica e Ineficiência do Mix.....	18
II.1.7 – O Modelo BCC.....	19
II.1.8 – Eficiência de Escala.....	21
II.2 – Modelos Não Radiais.....	26
II.2.1 – O Modelo Aditivo.....	26
II.2.2 – SBM.-Slack-Based Measurement.....	28
II.3 – DEA – Limitações.....	30
II.3.1 – Regiões de Segurança.....	31
II.3.2 – O Método Cone Ratio.....	33
II.3.3 – Variáveis e Atributos não-medidos por DEA.....	35
Capítulo III – Avaliação Quantitativa do Ensino da Engenharia de Produção na UFRJ por meio de Data Envelopment Analysis.....	37
III.1 – DEA na educação.....	38
III.1.1 – Ensino Superior.....	39
III.1.2 – Ensino Básico.....	41
III.2 – Caracterização das DMUs e variáveis.....	43
III.2.1 – Universo de Análise.....	43
III.2.2 – Variáveis.....	45
III.2.3 – Dados dos programas.....	46
III.2.4 – Produção Intelectual – Ponderação.....	47
III.3 – Aplicação do Modelo BCC – Sem Restrições aos pesos.....	49
III.3.1 – Orientação e software utilizado.....	49
III.3.2 – Resultados.....	50
III.3.3 – Análise dos Resultados.....	51
III.3.4 – Análise de outputs virtuais.....	52
III.3.5 – Alvos para as DMUs ineficientes.....	54
III.4 – Aplicação do Modelo BCC – Com Restrições aos Pesos.....	56
III.4.1 – Restrições Adicionadas.....	57
III.4.2 – Resultados do Modelo BCC – com restrições aos pesos.....	58
III.4.3 – Análise dos Resultados.....	58
III.4.4 – Análise dos outputs virtuais.....	59
III.5 – Cálculo dos índices de eficiência SBM.....	61
III.5.1 - Análise dos Resultados.....	64
III.6 – Conclusões sobre o Desempenho do Programa de Engenharia de Produção.....	65
Capítulo IV- Avaliação Qualitativa por meio da Pesquisa Social....	67
IV.1 – Passos da Pesquisa.....	69
IV.2 – Definição do Problema e objetivos.....	72
IV.3 – Objeto de Estudo.....	72

IV.4 – Justificativa	73
IV.5 – Metodologia	73
IV.5.1 – Objetivos e delineamento da pesquisa.....	73
IV.5.2 – O instrumento de coleta de dados.....	76
IV.5.3 – Seleção da Amostra.....	79
IV.6 – Análise/Sumarização dos dados	82
IV.6.1 – Dados sócio-econômicos.....	84
IV.6.2 – Valores e ações dos alunos.....	87
IV.6.3 – Cruzamento entre respostas.....	113
IV.7 – Interpretação dos resultados (conclusões)	115
Capítulo V – Conclusões.....	126
Referências Bibliográficas.....	130
Apêndice A.....	133

CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO

No estágio atual do capitalismo, no qual a globalização forçou as empresas e os países (particularmente os países em desenvolvimento, que mais sofrem com a globalização dos mercados) a adotarem novas tecnologias e modos de organização, o Engenheiro tornou-se profissional de importância vital para a competição cada vez mais acirrada, contingência da interligação dos mercados em nível global.

O XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE 2004), evento realizado pela Associação Brasileira de Ensino de Engenharia (ABENGE) entre os dias 13 e 17 de setembro de 2004 na Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (UnB), teve como tema principal “Engenharia: dando forma a uma nova realidade”. O Congresso, o maior evento realizado no país para a discussão dos temas relacionados ao ensino de Engenharia, na edição de 2004 recebeu trabalhos e estabeleceu reuniões e grupos de discussão que tinham como foco o perfil do Engenheiro que as Instituições de Ensino Superior devem formar, face às transformações observadas no mercado de trabalho e as competências que se tornaram necessárias ao profissional. Uma das questões mais levantadas pelos artigos apresentados dizia respeito aos aspectos sociais na formação do Engenheiro, como agente transformador da sociedade.

Além disso, o recente estabelecimento das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia, instituídas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação através da resolução CNE/CES 11 (MACEDO, 2002), estabeleceu certa flexibilidade para as IES formularem seu Projeto Pedagógico (PIRATELLI *et al.*, 2002) projeto este que não se restringe apenas à elaboração de uma grade curricular, mas também a uma ampla gama de aprendizados e experiências a serem experimentadas pelos alunos, sendo estes avaliados de acordo com a sua absorção das competências e habilidades necessárias ao profissional da Engenharia, estabelecidas pelas Diretrizes Curriculares.

Acreditamos que a inclusão dos aspectos sociais na formação dos Engenheiros é de fundamental importância para que os egressos das faculdades de Engenharia tenham consciência de sua importância para a sociedade. Como afirma FERREIRA *et al.* (2004),

“no atual cenário de mudanças e de avanços tecnológicos consideráveis, é extremamente importante e necessário que os responsáveis pelo Ensino de Engenharia e os respectivos alunos tenham a compreensão que os fatores humanos, sociais e políticos, além, evidentemente, dos aspectos específicos da Engenharia, se constituem em essencialidades e devem ser contemplados suficiente e significativamente nos processos de formação deste profissional”. O que os autores preconizam é que as soluções técnicas adotadas pelos Engenheiros não devem ser desvinculadas da realidade na qual serão implementadas, ou seja, que o uso de seu ferramental técnico na resolução de problemas deve vir acompanhado da visualização dos impactos que suas soluções terão sobre a comunidade.

Nesse contexto de discussão sobre a inclusão do humanismo nas ações dos Engenheiros, a Engenharia de Produção tem papel preponderante, pois traz, por definição, na formação de seus profissionais e nas ações por eles realizadas, um forte componente humanístico e social. Isso pode ser aferido pela própria definição da ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção), sobre o campo de atuação do Engenheiro de Produção:

“Compete à Engenharia de Produção o projeto, a implantação, a melhoria, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, 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 necessidade das empresas de voltarem as suas atenções para questões como qualidade, satisfação do cliente, produtividade e flexibilidade dos processos produtivos levou a uma procura maior pelo profissional de Engenharia de Produção, por ser um profissional cuja atuação está diretamente vinculada a estes temas, e por ser capaz de ter uma visão global e abrangente do negócio, fruto de sua formação essencialmente multidisciplinar. E a sobrevivência das empresas brasileiras, no enfrentamento de organizações mais avançadas nas questões de eficiência e produtividade num mercado de competição acirrada, tem direto impacto sobre a sociedade e o país, porque o crescimento

das empresas implica em maior oferta de empregos e o conseqüente aquecimento da economia.

Segundo CUNHA (2002), no texto “Um panorama atual da Engenharia de Produção”, em 1996, no XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), o número de cursos de Engenharia de Produção passava de 20. Em junho de 2002, eram oferecidos em torno de 65 cursos de graduação e 15 de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, o que representa mais que uma duplicação dos cursos oferecidos num espaço de 5 anos.

Tendo em vistas essas questões, esse trabalho se propõe a realizar uma análise sobre o ensino de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Essa análise busca ser abrangente, através de duas abordagens distintas e que se pretendem complementares, incorporando ao estudo dois enfoques que abordem aspectos que julgamos essenciais para que essa avaliação seja a mais completa possível.

Na primeira abordagem, será utilizada a metodologia não-paramétrica de medição de eficiência produtiva, conhecida como *Data Envelopment Analysis* (DEA - Análise Envoltória de Dados), que é fundamentalmente baseada em programação matemática e que mede o desempenho das unidades em estudo (*Decision Making Units* – Unidades de Tomada de Decisão) através de uma confrontação entre *inputs* investidos e *outputs* obtidos. DEA tem suas origens em aplicações no setor acadêmico, e desde o surgimento dos primeiros modelos básicos provou ser uma metodologia eficaz para a aferição de eficiência produtiva no campo educacional. O Programa de Engenharia de Produção do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE/UFRJ) terá seu desempenho aferido comparativamente a outros 23 Programas de Pós-Graduação da UFRJ, tendo como base as atividades acadêmicas destes Programas no ano de 2002.

Na segunda abordagem, o trabalho procura aferir (e, mais importante, provocar uma reflexão acerca de) determinados aspectos do ensino de Engenharia de Produção por nós considerados indispensáveis, e que são difíceis de medir valendo-se de uma metodologia de caráter quantitativo (como é DEA). Assim, o uso de DEA neste trabalho é realizado de maneira crítica, de modo a identificar as limitações da metodologia e superando-as prosseguindo o estudo através de uma segunda abordagem que complemente nossa análise.

Busca-se, nessa segunda abordagem, medir em que grau o ensino de Engenharia de Produção da UFRJ consegue despertar nos alunos questões como a consciência social, a importância do papel social do Engenheiro de Produção para a sociedade, e como esse profissional pode utilizar o seu ferramental em prol do país. Para atingir este objetivo, é realizada uma pesquisa com 121 alunos do 5º ao 10º período do curso de graduação, por meio da aplicação de questionário padronizado, que tenta aferir, com base nas respostas dos alunos, como o curso consegue desenvolver a mentalidade dos alunos com relação a estas questões.

A escolha da UFRJ para esse estudo deve-se ao fato de que seu curso de graduação em Engenharia de Produção é considerado como um dos melhores do país e muito respeitado pela excelência do seu quadro de docentes. Além disso, o Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do COPPE/UFRJ igualmente é reconhecido e respeitado nacionalmente, não apenas por ser a COPPE a maior entidade de ensino e pesquisa em Engenharia da América Latina, tendo já prestado inestimáveis serviços ao país, mas também por ter o Programa uma alta avaliação por parte da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), órgão do Ministério da Educação que possui um amplo e criterioso sistema de avaliação do ensino superior no país. O Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ recebeu nota 5 (numa escala que vai de 1 a 7, recebendo nota 7 os Programas de Pós-Graduação que se notabilizam pela mais alta excelência em suas atividades acadêmicas), na avaliação de suas atividades acadêmicas correspondente ao triênio 2001-2003. Vale lembrar que são poucos os Programas de Pós-Graduação do país que obtiveram a nota 7.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: no Capítulo II, são apresentados os fundamentos teóricos da Análise Envoltória de Dados: suas origens, os primeiros modelos desenvolvidos, os modelos mais modernos (não-radiais), as ferramentas que permitem a introdução da informação *a priori* dos especialistas (restrições aos pesos) e as limitações da metodologia.

No Capítulo III, é apresentada a primeira abordagem para a avaliação do ensino de Engenharia de Produção na UFRJ. A Análise Envoltória de Dados é utilizada para se avaliar o Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ, comparando-o com outros 23 Programas de Pós-Graduação da mesma Universidade.

Depois da citação de uma série de artigos, nacionais e do exterior, versando sobre a bem-sucedida aplicação de DEA na educação, é realizada a aferição de eficiência propriamente dita. 4 medições de eficiência são realizadas: a primeira, utilizando o modelo BCC (VRS – *Variable Returns to Scale*), sem restrições aos pesos. Serão feitas análises dos resultados e os valores-alvo que as unidades ineficientes (os Programas de Pós-Graduação que não obtiverem o *score* de eficiência 100%) têm de obter em suas variáveis a fim de ingressarem na fronteira Pareto-Koopmans eficiente da fronteira. A segunda medição igualmente utiliza-se do modelo BCC orientado a *input* e a mesma base de dados original, só que desta vez incorporando as opiniões dos especialistas, através da inclusão no modelo de Restrições aos Pesos.

Por fim, para tornar o estudo mais completo e abrangente, dois novos índices de eficiência são calculados, utilizando-se das mesmas variáveis e valores: os índices SBM (*Slacks-Based Measurement*), não-orientado e orientado a *input*.

No Capítulo IV, é apresentada a pesquisa que foi realizada com 121 alunos, do 5º ao 10º período, do curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRJ. Todo o trabalho foi elaborado no sentido de que se adote todos os passos comumente seguidos na realização de uma pesquisa social: é apresentado o problema, os objetivos a serem alcançados, o objeto de estudo e a justificativa. Após isso, são apresentados os resultados obtidos com a pesquisa (dividindo os pesquisados em dois grupos, um formado por estudantes do 5º ao 7º período, e outro formado por alunos do 8º ao 10º período). A leitura dos questionários procurou seguir um enfoque qualitativo, no qual não apenas percentuais de categorias de respostas eram apresentados, mas respostas de diferentes perguntas eram cruzadas e toda e qualquer informação adicional fornecida pelos pesquisados era levada em conta. Para as perguntas abertas (discursivas), foram criadas categorias de resposta para apresentação de percentuais de citação, mas todas as respostas que auxiliassem na compreensão da mentalidade dos alunos eram reproduzidas (na íntegra, ou em parte). Por fim, são apresentadas as interpretações e possíveis conclusões obtidas, a partir da análise das respostas. Essas interpretações e conclusões são realizadas tendo em vista o referencial teórico que norteou esta pesquisa.

No Capítulo V, são apresentadas as conclusões finais deste trabalho. São ainda mostradas as referências bibliográficas e no Apêndice, está incluso a versão final do questionário que foi distribuído aos 121 alunos.

CAPÍTULO II. DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

II.1 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS E MODELOS BÁSICOS

II.1.1. Conceitos Gerais

Data Envelopment Analysis (DEA - Análise Envoltória de Dados) é uma técnica de programação matemática voltada para a medição de eficiência relativa em organizações, cujo primeiro modelo elaborado data de 1978. Baseada em programação linear, DEA mede a eficiência relativa de cada uma das unidades organizacionais de um mesmo grupo homogêneo, baseado em dados reais de *inputs* (recursos investidos) e *outputs* (resultados obtidos) medidos durante um determinado período de atividade. Por grupo homogêneo entende-se um conjunto de unidades que realizam as mesmas tarefas com os mesmos objetivos, dentro das mesmas condições de mercado e utilizando as mesmas variáveis de *input* e *output*, porém podendo estas apresentarem magnitudes diferentes (LINS e MEZA, 2000).

O índice de eficiência de cada uma das unidades de tomada de decisão (*Decision Making Units*) do grupo analisado é calculado pela resolução de um problema de programação linear, um para cada unidade, que fornecerá pesos a serem alocados a cada um dos fatores de produção (*inputs* e *outputs*). Esses pesos (também chamados de multiplicadores) representam o grau de influência de cada um dos fatores na medição de eficiência da DMU.

DEA constrói ainda uma fronteira de eficiência, linear por partes (*piece-wise linear*), isto é, formada por segmentos de reta lineares. Essa fronteira é composta pelas unidades de melhor prática, ou seja, que obtiveram melhor desempenho comparativamente às demais unidades do universo. Ao completar-se a fronteira eficiente com segmentos de reta que representem atividades que apresentam um excesso de *inputs* ou uma falta de *outputs* (segmentos paralelos aos eixos), obtém-se o Conjunto de Possibilidades de Produção da tecnologia que originou as combinações *input-output* observadas. Pressupõe-se, dessa forma, que são possíveis e viáveis quaisquer vetores *input-output* que estejam localizados dentro do CPP.

Uma unidade é dita eficiente se o seu *score* de eficiência é 1 (ou 100%), e está posicionada na fronteira eficiente (embora possa estar posicionada numa região Pareto-Koopmans ineficiente, como será explicitado mais adiante). Qualquer DMU que possua um *score* de eficiência menor que 1 (ou 100 %) é considerada ineficiente e está localizada abaixo da fronteira (o nome de metodologia, Análise Envoltória de Dados, deriva do fato de que a fronteira eficiente “envolve” as DMUs consideradas ineficientes). Uma ineficiência de, por exemplo, 0,8 (80 %) significa que a DMU que a obtém é 20 % ineficiente, e essa ineficiência foi determinada pela comparação com um conjunto de unidades eficientes.

A determinação de 1 como valor máximo a ser obtido para as eficiências das DMUs é feita no sentido de manter uma relação coerente com as clássicas definições de eficiência da engenharia e da ciência.

A eficiência de cada uma das unidades é dita relativa porque cada unidade recebe um *score* de desempenho que é calculado relativamente às demais. Além de determinar em termos nominais a eficiência de cada uma das unidades, DEA constrói uma fronteira de eficiência que é composta pelas unidades consideradas pelo modelo como as de melhor prática, e funcionam como referência para as unidades consideradas ineficientes, localizadas abaixo da fronteira.

Uma das grandes vantagens que DEA oferece é a de apontar caminhos para o aperfeiçoamento do desempenho para as unidades ineficientes, através da comparação com unidades eficientes localizadas sobre a fronteira de eficiência, que se tornam dessa forma suas unidades “referentes” (compõem seu conjunto de referência). São essas DMUs *benchmarks* que forçam a DMU sendo avaliada a ser ineficiente, determinam a magnitude dessa ineficiência e fornecem os valores ideais de *inputs* e *outputs* que a unidade ineficiente deve atingir a fim de ingressar na fronteira eficiente.

A diferença básica observada entre DEA e os demais métodos de mensuração de eficiência seria a de que DEA visa a otimização da performance de cada uma das unidades estudadas, porque baseia-se em dados concretos observados durante o ciclo de operação e valores reais para *inputs* e *outputs*. As abordagens paramétricas tradicionais, ao contrário, tem como objetivo a confecção de um equação de regressão simples, moldada a partir dos dados, e que tem como pressuposto básico a aplicabilidade a todas as DMUs.

A extraordinária multidimensionalidade de DEA é corroborada pelo vasto espectro de casos e campos nos quais a técnica foi aplicada de maneira bem-sucedida, o que é amplamente documentado através de inúmeros artigos, livros e dissertações que comprovam sua utilidade em áreas tão diferentes como educação (escolas públicas e universidades), saúde (hospitais, clínicas), bancos, forças armadas, esportes, pesquisas de mercado, agricultura, transportes (travessias, manutenção de estradas), *benchmarking*, e muitas outras.

GATTOUFI *et al.* (2004) mostram que, em agosto de 2001, um total de 1809 artigos havia sido publicado tendo como tema a metodologia (tanto em relação a expansões metodológicas, como em relação a aplicações práticas).

II.1.2. Histórico

O economista Vilfredo Pareto criou o conceito de economia do bem estar, no qual definiu um vetor cujos componentes eram as utilidades de todos os consumidores. O objetivo dos consumidores seria maximizar seu vetor de utilidades. A chamada eficiência do bem estar, segundo seus preceitos, só seria atingida por um vetor de utilidades se fosse impossível aumentar uma das componentes deste vetor sem que piorasse (diminuísse) qualquer uma das outras componentes.

Foi o também economista Tjalling Koopmans que trouxe os conceitos de Pareto para o ambiente produtivo. Em clara consonância com o trabalho de Pareto, segundo Koopmans um vetor de *outputs* só seria eficiente se não fosse possível aumentar uma de suas componentes sem que se piorasse qualquer uma das outras. O vetor de *outputs* seria limitado à disponibilidade de recursos (*inputs*) como trabalho, capital, matérias primas, etc. A junção da definição de um vetor eficiente de Pareto com a aplicação à produção de Koopmans originou o conceito de eficiência Pareto-Koopmans, sobre o qual estão apoiados vários conceitos de DEA. A eficiência Pareto-Koopmans pode ser definida da seguinte forma:

“Uma DMU é completamente eficiente se e somente se não é possível melhorar nenhum input ou output sem que se piore qualquer outro input ou output”. (COOPER *et al.*, 2000)

Entretanto, o trabalho de Pareto e Koopmans apresentava duas características limitantes: a primeira, o fato de que a abordagem era essencialmente conceitual (ainda não aplicável a dados reais de *input* e *output*). Além disso, apesar de ser uma forma de se medir a eficiência técnica, não determinava uma maneira de se medir o grau de ineficiência de um vetor. Esta última limitação foi superada com o trabalho de DEBREU (1951 apud COOPER *et al.*, 2000) no qual era criado um índice de eficiência: o coeficiente de utilização de recursos. Segundo Debreu, um vetor só poderia ser considerado eficiente se não fosse possível reduzir equiproporcionalmente os *inputs*, isto é, reduzi-los multiplicando-os por um mesmo coeficiente. Debreu introduziu, portanto, a medida radial de eficiência técnica (cálculo de eficiência que se tornou referente aos modelos clássicos DEA).

A outra limitação (a não aplicabilidade a dados reais) foi solucionada através do trabalho de FARRELL (1957 apud COOPER *et al.*, 2000), no qual mostrava como esses conceitos podiam ser aplicados a dados reais (vetores reais de *input* e *output*) para o cálculo de eficiências relativas. M.J. Farrell também propunha a medição de eficiência através de uma redução equiproporcional de todos os *inputs*, mantidos os *outputs* constantes. Os procedimentos e definições desenvolvidos por Farrell e Debreu foram de fundamental importância para o surgimento da metodologia DEA.

O marco inicial de DEA é considerado como tendo ocorrido em 1978. Naquele ano, Edwardo Rhodes realizava pesquisa para a obtenção do grau de Ph.D. na *Carnegie Mellon University's School of Urban and Public Affairs*, sob a supervisão de W.W. Cooper. Rhodes naquela ocasião media a eficiência de programas educacionais implementados pelo Governo Federal para crianças carentes, utilizando como *outputs* variáveis como “melhoria de auto-estima medida em testes psicológicos” e “habilidade psicomotora”, e *inputs* como “número de professores-hora” e “tempo gasto pela mãe em leituras com o filho” (LINS e MEZA, 2000). Foi partindo do artigo “*Measurement of Productive Efficiency*”, de FARRELL (1957 apud COOPER *et al.*, 2000) que CHARNES, COOPER e RHODES (1978 apud COOPER *et al.*, 2000) elaboraram o primeiro modelo DEA conhecido, o CCR (sigla que designa as iniciais dos seus autores). Foi neste primeiro artigo que o termo

Decision Making Units foi utilizado e a medição de eficiência através de uma razão entre *outputs* ponderados e *inputs* ponderados foi determinada.

O modelo CCR era, na realidade, uma generalização do método originalmente apresentado por Farrell, de medição de eficiência técnica para o caso da existência de um único *input* e um único *output*. Charnes, Cooper e Rhodes o estenderam para a possibilidade do cálculo utilizando-se múltiplos *inputs* e *outputs*, através da construção de um único *input* e um único *output*, ditos “virtuais”. No artigo seguinte, CHARNES, COOPER e RHODES (1981 apud COOPER *et al.*, 2000) não apenas introduziam o nome *Data Envelopment Analysis* para os conceitos apresentados no primeiro artigo, como também exploravam as relações duais e iniciavam uma tradição na qual as aplicações da metodologia incentivavam a pesquisa por novos métodos e conceitos, o que, por sua vez, permitia novas aplicações.

II.1.3 O modelo CCR – Modelo dos Multiplicadores

O modelo CCR (o primeiro modelo concebido para a metodologia DEA) era uma generalização do método de análise de eficiência idealizado por Farrell. Charnes, Cooper e Rhodes, seus idealizadores, conceberam uma generalização do modelo clássico da Engenharia de determinação da eficiência absoluta para o caso de um único *input* e um único *output*. Em seu método, a análise da performance de cada uma das unidades observadas era expandida para o caso em que fazia-se a medição da performance de cada DMU considerando múltiplos *inputs* e *outputs*, transformando-os num único *input* “virtual” e um único *output* “virtual”. A eficiência relativa de cada unidade é calculada pela solução de um problema de programação matemática, uma para cada unidade do grupo. Esse problema poderia ser resumido da seguinte forma:

- Maximizar a eficiência da unidade j_0
- Sujeito à condição de que a eficiência de todas as unidades ≤ 1

A eficiência da unidade é dada pela razão entre o somatório dos *outputs* ponderados (*output* virtual) e o somatório dos *inputs* ponderados (*input* virtual), sendo essa ponderação

obtida através dos pesos (também chamados de multiplicadores) aplicados a cada um dos fatores e que são as variáveis de decisão do modelo. Por conta disso, a formulação que mede a eficiência de uma DMU através de uma razão entre *outputs* e *inputs* ponderados é conhecida como Modelo dos Multiplicadores. Os pesos determinados pelo modelo devem ser tais que maximizem a eficiência da DMU sendo analisada e sejam viáveis para todas as outras DMUs, ou seja, de forma a impedir que a razão entre o *input* virtual e *output* virtual de todas as DMUs restantes ultrapasse o valor de 1.

Essa é a formulação do Modelo dos Multiplicadores:

$$\text{Max } \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} \quad (\text{II.1})$$

s.a.

$$\frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1; (j = 1, \dots, n) \quad (\text{II.2})$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (\text{II.3})$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad (\text{II.4})$$

O modelo, assim, está formulado como um Problema de Programação Fracionária. Em COOPER *et al.* (2000) encontramos uma forma de transformar o modelo em um Problema de Programação Linear, fixando o denominador da função objetivo em um valor constante e passando-o para as restrições, e linearizando as restrições correspondentes às eficiências das DMUs do universo.

Abaixo está a formulação matemática do Problema de Programação Linear, já transformado de um problema fracional para um linear:

$$\text{Max } u_1 y_{1o} + \dots + u_s y_{so} \quad (\text{II.5})$$

s.a.

$$v_1 x_{1o} + \dots + v_m x_{mo} = 1 \quad (\text{II.6})$$

$$u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}; (j = 1, \dots, n) \quad (\text{II.7})$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (\text{II.8})$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad (\text{II.9})$$

A solução do problema acima retorna os pesos relativos (multiplicadores) para os *inputs* e *outputs* que maximizam a eficiência da unidade j_0 relativamente à todas as outras unidades. Se esse valor de eficiência é um, a unidade da função objetivo é eficiente em relação às outras unidades. Se, ao contrário, esse valor é menor que um, a unidade é considerada ineficiente.

A determinação dos pesos alocados aos fatores através de um Problema de Programação Linear soluciona duas dificuldades quando se realiza uma medição de eficiência considerando múltiplos *inputs* e *outputs*:

- a) A atribuição de pesos *a priori* para os fatores frequentemente é motivo de polêmica e discordância, a partir da percepção diferenciada dos especialistas e tomadores de decisão das unidades. A determinação desses pesos a partir de um modelo matemático, de forma a maximizar a eficiência da DMU sendo analisada e restringindo-os a que sejam viáveis para as outras unidades permite que o estudo da eficiência de um conjunto de DMUs seja realizado com o mínimo de informação *a priori* acerca da importância relativa dos fatores. Ao invés de serem fixados *a priori*, os pesos são obtidos a partir de dados reais (observados) de vetores *input-output*. A informação *a priori* da importância das variáveis, caso exista, é incorporada aos modelos através da inclusão das Restrições aos Pesos, como será visto mais adiante;
- b) A determinação *a priori* de pesos dificulta a percepção do quanto a eficiência de uma unidade é causada pela conveniente escolha dos pesos e quanto a ineficiência é diretamente vinculada aos dados reais de *inputs* e *outputs*, ou seja, à prática gerencial da DMU ineficiente.

O modelo CCR também é conhecido como CRS, *Constant Returns to Scale* (Rendimentos Constantes de Escala). Admitindo-se a existência de rendimentos constantes de escala, a fronteira de eficiência é construída de forma a que um aumento nos *inputs* de uma unidade resultem num aumento proporcional em seus *outputs*. Também determina que qualquer ponto pertencente a um segmento de reta que una a origem a um ponto viável, também seja um ponto viável (LINS e MEZA, 2000). Essa propriedade é conhecida como

a do Raio Ilimitado (uma das propriedades desejáveis para o Conjunto de Possibilidades de Produção, que serão definidas mais adiante).

Outra importante característica do modelo CCR é que os *scores* de eficiência das DMUs são independentes das unidades de medida das variáveis de *input* e *output*. Isso ocorre porque as unidades de medida dos fatores são as mesmas para todas as DMUs. A propriedade de que as medidas de eficiência são invariantes com respeito às unidades de medida das variáveis (*units invariance*) é respeitada por quase todos os modelos DEA ditos “clássicos”, com exceção do Modelo Aditivo, que será introduzido mais adiante.

II.1.4 Conjunto de referência

Para cada DMU tida como ineficiente, a técnica DEA aponta quais valores de *inputs* e *outputs* a unidade deve atingir para que ingresse na fronteira de eficiência. Esses valores (que representam um ponto na fronteira, a *projeção* da DMU ineficiente) são obtidos através de uma combinação linear dos valores de *inputs* e *outputs* de um conjunto de DMUs eficientes. Essas DMUs compõem o que é chamado de conjunto de referência (“*reference set*” ou “*peer group*”, na literatura) da DMU (frequentemente, esse conjunto é composto por apenas uma unidade), as unidades *benchmarks* desse conjunto determinam a magnitude da ineficiência da DMU.

São com estas DMUs eficientes que a DMU ineficiente é comparada, e é a existência delas que força a unidade a ser ineficiente.

Mais ainda, como a medição de eficiência se dá através do cálculo da distância da DMU ineficiente à fronteira, projetando-a de forma a atingir um ponto na fronteira que é a combinação linear das DMUs de seu conjunto de referência caso dos modelos radiais, a DMU é projetada radialmente sobre a fronteira eficiente, e o ponto de projeção é atingido após a eliminação de ineficiências que ainda permaneçam nas variáveis, mesmo depois da projeção radial. No caso dos modelos não-radiais, essa projeção radial não ocorre e o ponto de projeção da DMU ineficiente sobre a fronteira é obtido com a direta eliminação das ineficiências existentes nas DMUs.

Analisando-se à luz do Problema de Programação Linear que compõe o modelo dos multiplicadores, o conjunto de referência é composto pelas DMUs que, com os pesos que

maximizam a eficiência da DMU sendo analisada, obtém eficiência 100 %, ou seja, obtém igualdade nos dois lados das restrições correspondentes a elas. Isso significa que, na resolução do PPL, não é observada folga nessas restrições.

Tais conceitos serão melhor entendidos quando for introduzido o modelo dual ao modelo dos multiplicadores, o modelo do envelope.

II.1.5 Modelo CCR – Modelo do Envelope

A compreensão do modelo dual ao modelo dos multiplicadores – o modelo do envelope – é muito importante para se entender o funcionamento da metodologia DEA, a aferição de *scores* de eficiência, a definição dos conjuntos de referência das DMUs ineficientes e os valores-alvo para os fatores. Antes, é necessário que se introduza algumas definições.

Uma atividade é um par de vetores de *inputs* \mathbf{x} e *outputs* \mathbf{y} . O conjunto de atividades viáveis é chamado Conjunto de Possibilidades de Produção (CPP), para o qual definimos as seguintes propriedades desejáveis (LINS e MEZA, 2000, COOPER *et al.*, 2000):

- a) As atividades observadas $(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_j)$ ($j=1, \dots, n$) pertencem a CPP;
- b) Qualquer combinação linear convexa de atividades pertencentes a CPP, também pertence a CPP;
- c) Qualquer atividade com *input* não menor que \mathbf{x} em qualquer componente e com *output* não maior que \mathbf{y} em qualquer componente é viável;
- d) Se uma atividade (\mathbf{x}, \mathbf{y}) pertence a P, então a atividade $(t\mathbf{x}, t\mathbf{y})$ também pertence a CPP, para qualquer t escalar positivo (propriedade apenas válida para o modelo que admite rendimentos constantes de escala – também conhecida como Propriedade do Raio Ilimitado).

Combinando os conjuntos de dados em matrizes $\mathbf{X} = (\mathbf{x}_j)$ e $\mathbf{Y} = (\mathbf{y}_j)$, as quatro propriedades acima descritas podem ser resumidas da seguinte forma:

$\{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \text{ pertence a CPP sss } \mathbf{x} \geq \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda} \text{ e } \mathbf{y} \leq \mathbf{Y}\boldsymbol{\lambda}, \boldsymbol{\lambda} \geq 0, \text{ onde } \boldsymbol{\lambda} \text{ é um vetor semipositivo em } \mathbb{R}^n \}$

Em outras palavras, um novo vetor de *inputs* e *outputs* (\mathbf{x}, \mathbf{y}) só será viável (ou seja, pertencerá ao Conjunto de Possibilidades de Produção) se existir uma combinação linear de *inputs* e *outputs* de DMUs observadas tal que este novo vetor consuma *inputs* em nível maior ou igual, e produza *outputs* em nível menor ou igual do que aqueles da combinação linear.

O modelo CCR do envelope é abaixo demonstrado:

Min h

s.a.

$$hx_{ro} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj}; (r = 1, \dots, m) \quad (\text{II.10})$$

$$y_{io} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{ij}; (i = 1, \dots, s) \quad (\text{II.11})$$

$$\lambda_j \geq 0, \forall j \quad (\text{II.12})$$

$$h \geq 0 \quad (\text{II.13})$$

Este é o modelo orientado a *input*. Nessa orientação, a medição de eficiência é baseada na máxima possibilidade de redução equiproporcional dos *inputs*, mantendo-se os *outputs* constantes, de maneira a manter a DMU dentro do Conjunto de Possibilidades de Produção. Assim, os modelos radiais calculam a eficiência da DMU segundo os preceitos desenvolvidos por Debreu e Farrell.

Pelo Teorema da Dualidade Forte, sabemos que o resultado da função objetivo na solução ótima do primal é igual ao da solução ótima do dual. Portanto, o valor de h no modelo do envelope também fornece o *score* de eficiência da DMU sendo analisada, além de ser o coeficiente que, ao ser multiplicado pelo vetor de *inputs*, projeta a DMU ineficiente na fronteira.

O valor de h varia de 0 a 1 (tal como a eficiência medida pelo Modelo dos Multiplicadores). O valor de 1 obtido para h demonstra a impossibilidade de se reduzir os *inputs* e ao mesmo tempo manter a DMU sendo analisada dentro do CPP, o que indica que

a DMU em questão está posicionada sobre a fronteira eficiente. Porém, isso não garante que a DMU esteja posicionada sobre uma região da fronteira Pareto-Koopmans eficiente, podendo haver evidência de um excesso de *inputs* e/ou falta de *outputs*.

Se o valor de h retornado pelo modelo for menor que 1, isso significa que a DMU é ineficiente e é possível uma redução equiproporcional de seus *inputs* (isto é, reduzi-los multiplicando-os por um mesmo coeficiente, que vem a ser o próprio valor de h), mantendo seus *outputs* constantes e ao mesmo tempo mantendo-a dentro do CPP. Mas a existência de excesso de *inputs* e falta de *outputs* que ainda permaneçam nas variáveis indicam que a DMU ineficiente foi projetada numa região da fronteira Pareto-Koopmans ineficiente.

A primeira relação de dualidade entre os dois modelos indica que as variáveis de decisão λ do modelo do envelope correspondem às restrições do modelo dos multiplicadores. Dessa forma, pelas Condições de Complementaridade de Folga, a multiplicação dos λ do modelo do envelope pelas folgas das restrições correspondentes do modelo dos multiplicadores precisa ser zero.

Assim, a não existência de folga numa restrição do modelo dos multiplicadores indica que a DMU correspondente à essa restrição é eficiente nesse modelo, e que o λ correspondente a ela no modelo do envelope forçosamente precisa ser diferente de zero. Portanto, apenas as DMUs eficientes no modelo dos multiplicadores entram no cálculo da eficiência da DMU sendo analisada e são as componentes de seu conjunto de referência (suas unidades “*benchmarks*”).

A segunda relação de dualidade entre os dois modelos indica que as variáveis de decisão do modelo dos multiplicadores (os pesos) correspondem às restrições do modelo do envelope (as que comparam a DMU sendo analisada com uma combinação linear de outras DMUs). Novamente, pelas Condições de Complementaridade de Folga, a multiplicação dos pesos pelas folgas (aqui chamadas de “*slacks*”) correspondentes das restrições do modelo do envelope precisa ter resultado zero. Conclui-se portanto, que se uma variável possui peso zero, ela possui um “*slack*” diferente de zero que está associado a uma ineficiência do mix, adiante explicada.

Resumindo as relações duais entre os Modelos dos Multiplicadores e do Envelope:

Folga no Modelo dos Multiplicadores (restrição do primal) X λ (variável dual) = 0

Peso do Modelo dos Multiplicadores (variável primal) X folgas (restrição dual) = 0

II.1.6 Eficiência Técnica e Ineficiência do mix

Relembremos aqui a definição de eficiência atribuída aos economistas Vilfredo Pareto e Tjalling Koopmans e que ficou conhecida como eficiência Pareto-Koopmans.

“Uma DMU é completamente eficiente se e somente se não é possível melhorar nenhum input ou output sem que se piore qualquer outro input ou output”(COOPER *et al.*, 2000)

O modelo orientado a *input* calcula o *score* de eficiência da DMU de acordo com a sua possibilidade de redução dos *inputs* equiproporcionalmente, mantendo os *outputs* constantes, de forma a manter a DMU ineficiente dentro do Conjunto de Possibilidades de Produção (cálculo realizado pelo Modelo do Envelope). Porém, a projeção da DMU na fronteira pode não ser suficiente para eliminar todas as ineficiências. Podem permanecer nos fatores *slacks* que precisam ser eliminados para que a DMU se torne totalmente eficiente. A existência de uma ineficiência do mix (associada a um *slack*) indica que é possível uma melhoria em algum fator sem que se piore algum outro, ou seja, é possível uma adicional melhoria que alteraria a proporção entre os fatores.

Uma DMU que tenha tido como resultado o *score* máximo pode ter atingido o que é chamada de eficiência “técnica”, também chamada de eficiência radial, eficiência fraca ou eficiência de Farrell (COOPER *et al.*, 2000). Mas se após a redução equiproporcional dos *inputs* ainda permanecer *slacks* em variáveis, a DMU não atingiu a eficiência Pareto-Koopmans, ou seja, é possível uma adicional redução em algum dos *inputs* (ou um adicional aumento em algum dos *outputs*), sem que nenhum dos outros fatores se alterasse, e que iria alterar a proporção entre esses fatores. Essa existência de *slacks* é chamada de ineficiência do mix, e é relacionada a ineficientes proporções existentes entre *inputs* e *outputs*.

Geometricamente, isso pode ser interpretado da seguinte forma: a projeção da DMU na fronteira se deu numa região Pareto-Koopmans ineficiente. Como a existência de

slacks implica na existência de pesos zero aplicados às variáveis correspondentes (pelas Condições de Complementaridade de Folga), o hiperplano suporte (lugar geométrico das DMUs do conjunto de referência da DMU sendo analisada, e de sua projeção na fronteira) é paralelo a um dos eixos.

Resumindo, as coordenadas da projeção de uma DMU ineficiente numa região Pareto-eficiente podem ser obtidas multiplicando-se os *inputs* equiproporcionalmente por um mesmo fator e diminuindo os *slacks* que permaneçam nas variáveis; e somando-se aos *outputs* os *slacks* nas variáveis correspondentes que porventura existirem. Essa projeção é igual a uma combinação linear das DMUs de seu conjunto de referência.

II.1.7 O modelo BCC

O mais notável modelo elaborado para a técnica DEA foi, depois do modelo CCR, o modelo BCC, inicialmente apresentado por BANKER, CHARNES e COOPER (1984 apud COOPER *et al.*, 2000). A diferenciação em relação a seu predecessor era a de que considerava a hipótese da existência de rendimentos variáveis de escala na fronteira eficiente. Por conta disso, o modelo BCC também é conhecido como VRS (*Variable Returns to Scale*).

Isso implica na eliminação da quarta propriedade (Raio Ilimitado) do Conjunto de Propriedades Desejáveis do Conjunto de Possibilidades de Produção. Com isso, é adicionada uma restrição de convexidade com que as DMUs podem ser combinadas no cálculo da eficiência. A diferenciação entre o modelo CCR do envelope e o modelo BCC é que este apresenta a inclusão da seguinte restrição:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (\text{II.14})$$

A inclusão desta restrição no modelo do envelope implica no aparecimento de uma variável dual livre no modelo dos multiplicadores (chamada de intercepto). O modelo dos multiplicadores, portanto fica da seguinte forma (já linearizado e formulado como um Problema de Programação Linear, tal como no modelo CCR):

$$\text{Max } \sum_{i=1}^s u_i y_{io} + u^* \quad (\text{II.15})$$

s.a.

$$\sum_{r=1}^m v_r x_{r0} = 1 \quad (\text{II.16})$$

$$\sum_{i=1}^s u_i y_{ij} - \sum_{r=1}^m v_r x_{rj} + u^* \leq 0; (j = 1, \dots, n) \quad (\text{II.17})$$

$$u_i, v_r \geq 0 \quad (\text{II.18})$$

$$u^* \text{ irrestrito} \quad (\text{II.19})$$

A fronteira de eficiência passa a apresentar regiões onde existem rendimentos variáveis de escala porque a restrição de convexidade faz com que o Conjunto de Possibilidades de Produção seja uma combinação linear convexa das DMUs do universo, com o CCP sendo complementado com segmentos de reta que indiquem um excesso de *inputs* e uma falta de *outputs*, respeitando dessa forma as Propriedades Desejáveis “b” e “c” para o CPP.

A restrição de convexidade pode ser relaxada, transformando-a em inequações e originando variações do modelo BCC. Uma variação do modelo BCC apresenta a seguinte inequação:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 1 \quad (\text{II.20})$$

A inclusão desta inequação faz com que a fronteira eficiente apresente apenas rendimentos crescentes ou constantes de escala e a formulação passa a ser chamada de Modelo com Rendimentos Crescentes de Escala (IRS – *Increasing Returns-to-Scale*) ou Modelo com Rendimentos Não-Decrescentes de Escala (NDRS – *Non-Decreasing Returns-to-Scale*).

Uma segunda variação do modelo BCC apresenta a seguinte inequação:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1 \quad (\text{II.21})$$

Nesse caso, a fronteira apresenta apenas pontos com rendimentos constantes ou decrescentes de escala e a formulação é chamada de Modelo com Rendimentos Decrescentes de Escala (DRS – *Decreasing Returns-to-Scale*) ou Modelo com Rendimentos Não-Crescentes de Escala (NIRS – *Non-Increasing Returns-to-Scale*).

Em ambos os casos, as regiões nas quais existem rendimentos constantes de escala são aquelas em que as fronteiras BCC e CCR coincidem.

Os *scores* obtidos no modelo BCC são não menores do que os obtidos no modelo CCR

II.1.8 .Eficiência de escala

Em muitos casos, a ineficiência de uma DMU não é apenas derivada de práticas gerenciais e operacionais ineficientes (ineficiência técnica) percebidas através de uma comparação com as unidades de seu conjunto de referência, ou seja, relacionadas ao ineficiente uso de seus *inputs* e/ou produção de seus *outputs*, evidenciada através da comparação com unidades de melhor performance. Existem regiões (ou pontos) na fronteira nos quais a produtividade das unidades é ótima, isto é, um aumento nos *inputs* provocará um aumento proporcional nos *outputs* e o produto médio (a razão entre *outputs* e *inputs*) atinge o seu patamar máximo. Existem pontos ou regiões, portanto, nos quais a quantidade de *inputs* utilizados (a escala de produção em que a unidade opera) é tal que a produtividade é máxima, e a estes pontos e regiões está relacionada a eficiência de escala.

DEA permite que se possa distinguir entre a ineficiência provocada pela performance gerencial e operacional ineficiente e a ineficiência associada a condições desvantajosas nas quais a unidade ineficiente opera (sua escala de produção).

O modelo CCR corresponde à fronteira que apresenta rendimentos constantes de escala. Portanto, uma unidade que seja eficiente segundo o modelo CCR ou um ponto que corresponda à projeção de uma unidade ineficiente sobre a fronteira CCR, operam numa região de produtividade ótima, chamada de Tamanho de Escala Mais Produtivo (MPSS –

Most Productive Scale Size – COOPER *et al.*, 2000). Assim, o índice de eficiência CCR é chamado de eficiência técnica global, pois não faz distinção entre a ineficiência técnica e a ineficiência de escala. O modelo CCR, ao ser rodado, mede simultaneamente os dois tipos de ineficiência sem distingui-los.

O modelo BCC, ao contrário, realiza essa distinção. Como a fronteira que o caracteriza apresenta rendimentos variáveis de escala, ao rodar o modelo é possível diferenciar entre os dois tipos de ineficiência. Uma DMU posicionada sobre a fronteira BCC apresenta eficiência técnica, mas pode não apresentar eficiência de escala (pode não estar operando no MPSS). Por esta razão, o índice de eficiência BCC é chamado de eficiência pura técnica local e mede-se a eficiência de escala de uma DMU através da razão entre os dois índices:

$$\text{Eficiência de escala} = [\text{índice de eficiência CCR}] / [\text{índice de eficiência BCC}] \quad (\text{II.22})$$

O valor da eficiência de escala calculada pela razão acima varia de 0 a 1. O valor máximo é obtido pela DMU quando ela está posicionada na região MPSS, isto é, quando ela está posicionada numa região em que as fronteiras CCR e BCC coincidem e o *score* de eficiência medido pelos dois modelos é o mesmo. A partir da equação (II.22) pode-se derivar o seguinte cálculo de eficiência técnica:

$$[\text{Efic. Técnica (índice CCR)}] = [\text{Efic. Técnica Pura (índice BCC)}] \times \text{Eficiência de Escala}$$

Portanto, uma DMU posicionada sobre a fronteira BCC apresenta uma eficiência técnica pura, mas só apresentará eficiência de escala (isto é, estará operando na região MPSS) se e somente se estiver localizada numa região em que as fronteiras BCC e CCR coincidem.

BANKER e THRALL (1992 apud COOPER *et al.*, 1996) formularam o seguinte teorema, que reflete os possíveis resultados de eficiência de escala para DMUs posicionadas em pontos extremo-eficientes da fronteira BCC:

Teorema 1: Assumindo que (x_0, y_0) está posicionada na fronteira eficiente as seguintes condições identificam a situação de retornos de escala neste ponto:

- a) Retornos de Escala Crescentes prevalecem em (x_0, y_0) se e somente se $u^* > 0$ para todas as soluções ótimas;
- b) Retornos de Escala Decrescentes prevalecem em (x_0, y_0) se e somente se $u^* < 0$ para todas as soluções ótimas;
- c) Retornos de Escala Constantes prevalecem em (x_0, y_0) se e somente se $u^* = 0$ em qualquer uma das soluções ótimas;

O propósito do teorema é o de se definir se uma DMU extremo-eficiente está numa região que apresente Rendimentos Constantes, Crescentes ou Decrescentes de Escala, pois esta DMU está localizada num ponto em que os hiperplanos suporte da fronteira se cruzam e, portanto, existem múltiplas soluções ótimas. De acordo com a solução obtida (representada por um dos múltiplos hiperplanos suporte que passam por aquele ponto), Rendimentos Constantes, Decrescentes ou Crescentes de Escala prevalecem. Se houver uma solução ótima na qual se obtenha $u^* = 0$, Rendimentos Crescentes de Escala prevalecem naquele ponto e o hiperplano suporte no qual está inserida a unidade coincide com a fronteira CCR. Embora o teorema tenha sido formulado considerando que a unidade está sobre a fronteira eficiente, essa condição pode ser relaxada se trabalharmos com a projeção de uma unidade ineficiente sobre a fronteira.

BANKER *et al.* (1995 apud COOPER *et al.*, 1996) desenvolvem uma forma de se medir, a partir do valor de u^* (negativo ou positivo), obtido de uma solução ótima do Modelo do Envelope BCC, se há alguma solução alternativa na qual se obtenha $u^* = 0$ e portanto, Rendimentos Constantes de Escala estejam associados àquele ponto. Essa averiguação consiste em rodar o modelo BCC original e encontrar o valor ótimo de u^* e o ponto de projeção da DMU ineficiente na fronteira BCC. Mantendo-se constante o ponto de projeção, utiliza-se uma variação do Modelo dos Multiplicadores BCC no qual se maximiza (minimiza) o valor de u^* se o valor encontrado ao se rodar o Modelo do Envelope BCC for negativo (positivo), mantendo a viabilidade da solução e forçando a que o ponto de projeção obtido no primeiro estágio esteja posicionado sobre a fronteira. Encontrando-se nesse segundo estágio um valor $u^* = 0$, Rendimentos Constantes de Escala prevalecem no

ponto de projeção. Em caso contrário, o ponto de projeção estará numa região de Rendimentos Crescentes de Escala (caso em que obtém-se $u^* > 0$ no segundo estágio), ou em região de Rendimentos Decrescentes de Escala ($u^* < 0$).

BANKER e THRALL (1992 apud COOPER *et al.*, 1996) formularam um outro teorema em que mostram que o modelo CCR também pode ser utilizado para identificar que tipos de retornos de escala podem ser associados às DMUs (se são Constantes, Crescentes ou Decrescentes Retornos de escala):

Teorema 2: Seja (x_0, y_0) um ponto localizado na fronteira eficiente. Empregando um Modelo do Envelope CCR para obter uma solução ótima, retornos de escala nesse ponto podem ser determinados a partir das seguintes condições:

- a) Se o somatório de $\lambda_s = 1$ em qualquer solução ótima, então retornos constantes de escala prevalecem;
- b) Se o somatório de $\lambda_s > 1$ em todas as soluções ótimas, então retornos decrescentes de escala prevalecem;
- c) Se o somatório de $\lambda_s < 1$ em todas as soluções ótimas, então retornos crescentes de escala prevalecem.

O Teorema acima é similar ao Teorema 1, apenas diferindo no fato de que mostra que o modelo CCR (embora seja um modelo de rendimentos constantes de escala) também pode ser empregado para determinar se as DMUs estão localizadas em pontos onde prevalecem constantes, crescentes ou decrescentes retornos de escala. O uso do modelo CCR é mais vantajoso para se determinar os retornos de escala, porque possui menos restrições que o modelo BCC e portanto pode ser resolvido computacionalmente de maneira mais eficiente.

Tal como no Teorema anterior, o Teorema 2 foi formulado considerando que o ponto (x_0, y_0) está localizado na fronteira, mas igualmente essa condição pode ser relaxada através de um procedimento de resolução composto por dois estágios, sugerido por BANKER *et al.* (1996 apud COOPER *et al.*, 2000). O primeiro estágio é rodar o Modelo do Envelope CCR clássico. Se o somatório de $\lambda_s = 1$, não é preciso realizar o segundo estágio, porque sabe-se que a condição a do Teorema 2 foi respeitada e portanto retornos

constantes de escala prevalecem no ponto medido. Porém, se o somatório de $\lambda_s > 1$ (somatório de $\lambda_s < 1$), um segundo estágio é realizado e consiste numa variação do Modelo do Envelope CCR no qual minimiza-se (maximiza-se) o somatório. Se neste segundo estágio é obtido somatório de $\lambda_s = 1$, então retornos constantes de escala prevalecem. Em caso contrário, prevalece o resultado obtido no primeiro estágio (retornos crescentes ou decrescentes de escala).

A partir dos Teoremas acima citados e os métodos de aferição dos retornos de escala, pode-se concluir que o modelo BCC mede eficiências técnicas (e de mix) e eficiências de escala em duas etapas: primeiro determina o ponto de projeção da DMU ineficiente, eliminando suas ineficiências, através do Modelo do Envelope BCC clássico; e posteriormente transporta o ponto de projeção encontrado para a segunda etapa, e o utiliza numa versão do Modelo dos Multiplicadores BCC (dual) na qual determina-se a eficiência de escala (de acordo com o valor de u^* obtido). Já o modelo CCR mede simultaneamente todos os tipos de eficiência, valendo-se de uma versão modificada do Modelo do Envelope.

Por fim, é interessante citar o Teorema encontrado em COOPER *et al.* (2000) no qual pode-se definir em que região da fronteira a DMU ineficiente foi posicionada, a partir do exame das DMUs *benchmarks* que correspondem ao seu conjunto de referência:

Teorema 3: Seja a projeção de uma unidade ineficiente segundo o modelo BCC, com um vetor *input-output* (x_0, y_0) e um conjunto de referência E_0 . Portanto, essa projeção estará localizada:

- a) Numa região onde prevaleçam Rendimentos Crescentes de Escala, se o conjunto de referência for composto apenas de unidades com Rendimentos Crescentes de Escala, ou composto por uma combinação de unidades com Rendimentos Crescentes de Escala e unidades com Rendimentos Constantes de Escala;
- b) Numa região onde prevaleçam Rendimentos Constantes de Escala, se o conjunto de referência for composto apenas de unidades com Rendimentos Constantes de Escala;
- c) Numa região onde prevaleçam Rendimentos Decrescentes de Escala, se o conjunto de referência for composto apenas de unidades com Rendimentos Decrescentes de Escala, ou composto por uma combinação de unidades com

Rendimentos Decrescentes de Escala e unidades com Rendimentos Constantes de Escala.

Com esse teorema, é possível definir quais Rendimentos de Escala (Constantes, Crescentes ou Decrescentes) prevalecem no ponto onde foi projetada a DMU ineficiente.

II.2 MODELOS DEA NÃO-RADIAIS

Os modelos DEA não-radiais, diferentemente dos modelos clássicos CCR e BCC, não pressupõem uma projeção radial das DMUs ineficientes sobre a fronteira eficiente. Esses modelos foram desenvolvidos para solucionar dificuldades apresentadas pelos modelos clássicos radiais:

- a) A projeção da DMU ineficiente pode se dar numa região Pareto-Koopmans ineficiente da fronteira;
- b) Os índices de eficiência dos modelos clássicos apenas consideram as eficiências (ou ineficiências) técnicas, sem incluir no seu cálculo as possíveis ineficiências do mix (representadas pelos *slacks*) que possam existir nas variáveis.

Na tentativa de superar essas limitações foram desenvolvidos modelos DEA que consideram em seu cálculo das eficiências das DMUs os *slacks*, incluídos diretamente na função objetivo do Problema de Programação Linear, a fim de que esses índices de eficiência considerem todos os tipos de ineficiência que possam estar presentes nas unidades (técnica e do mix).

II.2.1 O modelo aditivo

O seguinte modelo, chamado de Aditivo, pode ser encontrado em Cooper *et al.* (2000) e une, numa só formulação, as orientações a *input* e a *output*. A formulação abaixo está em notação vetorial:

$$\text{Max } \mathbf{e}\mathbf{s}^- + \mathbf{e}\mathbf{s}^+ \quad (\text{II.23})$$

$$\text{s.a. } \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda} + \mathbf{s}^- = \mathbf{x}_0 \quad (\text{II.24})$$

$$\mathbf{Y}\boldsymbol{\lambda} - \mathbf{s}^+ = \mathbf{y}_0 \quad (\text{II.25})$$

$$\mathbf{e}\boldsymbol{\lambda} = \mathbf{1} \quad (\text{II.26})$$

$$\boldsymbol{\lambda} \geq 0, \mathbf{s}^- \geq 0, \mathbf{s}^+ \geq 0 \quad (\text{II.27})$$

onde \mathbf{e} é um vetor linha no qual todos os elementos são iguais a 1.

Há uma variação da formulação acima, na qual não existe a restrição de convexidade. A manutenção desta restrição faz com que o Conjunto de Possibilidades de Produção e a fronteira eficiente sejam as mesmas que as do modelo BCC.

Como se pode observar, os *slacks* que possam existir nas variáveis de *input* e *output* são tratadas diretamente na função objetivo. Diferentemente dos modelos radiais (que projetam a DMU ineficiente na fronteira através de uma redução equiproporcional dos *inputs* ou uma expansão equiproporcional dos *outputs*) o modelo aditivo determina, para cada DMU ineficiente, um ponto de projeção localizado na fronteira que é o mais distante possível. Isso é conseguido com a maximização dos *slacks*, na função objetivo.

O modelo aditivo busca um ponto de projeção na fronteira que esteja abaixo ou à direita de qualquer ponto determinado por uma combinação linear convexa das DMUs. A garantia de que esse ponto de projeção esteja localizado sobre a fronteira é obtida pela maximização dos *slacks*, cuja soma é calculada de forma a não permitir que a projeção da DMU se dê fora do CPP. E, além disso, a DMU ineficiente sempre será projetada numa região da fronteira Pareto-Koopmans eficiente. A DMU será considerada eficiente se os *slacks*, mesmo maximizados, sejam iguais a zero. Em caso contrário (o modelo retornar *slacks* com valores diferente de zero) a DMU é considerada ineficiente.

O modelo aditivo, portanto, considera em seu cálculo todos os tipos de ineficiência que possam estar presentes nas variáveis. Porém, o modelo possui 2 limitações:

- a) Consegue distinguir entre unidades eficientes e ineficientes, mas não fornece um *score* de eficiência;
- b) Apesar de ser invariante com relação à translação do conjunto de *inputs* e *outputs* (*translation invariance*), não é invariante em escala (*unit invariance*),

ou seja, a mudança nas unidades de medida das variáveis também alterará os resultados obtidos.

O modelo mostrado a seguir é uma variação do modelo aditivo que não apenas leva em consideração os *slacks* para o cálculo da eficiência, como também fornece um índice de eficiência condizente com outros modelos DEA, ou seja, que varia entre 0 e 1.

II.2.2 SBM (*Slack-Based Measurement of Efficiency*)

Em COOPER *et al.* (2000) e TONE (2001) podemos encontrar a seguinte formulação matemática, conhecida como SBM (*Slack-Based Measurement*):

$$\text{Min} \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}}} \quad (\text{II.28})$$

s.a

$$\mathbf{x}_o = \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda} + \mathbf{s}^- \quad (\text{II.29})$$

$$\mathbf{y}_o = \mathbf{Y}\boldsymbol{\lambda} - \mathbf{s}^+ \quad (\text{II.30})$$

$$\boldsymbol{\lambda} \geq 0, \mathbf{s}^- \geq 0, \mathbf{s}^+ \geq 0 \quad (\text{II.31})$$

O modelo SBM pode ser considerado uma variação do Modelo Aditivo, na qual se obtém uma medida escalar de eficiência e incorpora-se a essa medida os *slacks* existentes nas variáveis de *input* e *output*. Ao se desenvolver o modelo SBM, buscava-se determinar uma medida de eficiência que atendesse às seguintes propriedades (TONE, 2001):

- a) Que fosse invariante com relação às unidades de medida das variáveis (*unit invariance*);
- b) Que fosse monotonamente decrescente para cada *slack* existente nas variáveis de *input* e *output*;
- c) Que fosse invariante em relação à translação paralela do conjunto de *inputs* e *outputs* (*translation invariant*);

- d) Que pudesse ser determinada apenas consultando-se o conjunto de referência da DMU em questão.

A medida de eficiência SBM atende às propriedades “a”, “b” e “d”, mas não é invariante com relação à translação paralela dos valores de *inputs* e *outputs*.

Pode-se provar que a resolução do modelo matemático SBM retorna um índice de eficiência que varia entre 0 e 1. O valor de 1 obtido para o *score* de eficiência indica que a DMU é eficiente, e isso só ocorre quando nenhuma das variáveis apresenta qualquer *slack* diferente de zero. A existência de algum(ns) *slack(s)* em alguma(s) variável(eis) reduz o índice de eficiência da DMU e a torna ineficiente.

O Problema de Programação Fracionária pode ser convertido num Problema de Programação Linear de maneira similar à realizada no caso dos modelos clássicos CCR e BCC, ou seja, fixando-se um valor constante para o denominador da função objetivo e transformando-o em uma nova restrição do problema.

Em COOPER *et al.* (2000) encontramos uma variação do SBM em que, para se calcular o índice de eficiência, considera-se apenas os excessos de *inputs* - ou seja, retira-se da função objetivo em (II.28) o denominador - , mantidas as restrições. Ao medir a eficiência da unidade apenas considerando os *slacks* dos *inputs*, essa formulação é conhecida como o SBM orientado a *input*:

$$\text{Min } 1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}} \quad (\text{II.32})$$

Porém, para o cálculo dos índices de eficiência SBM, pode-se optar por utilizar apenas a função objetivo, sem a necessidade de se rodar o modelo SBM completo. Nesse caso, os valores de cada uma das variáveis e seus respectivos *slacks*, para aplicação na fórmula seriam obtidos a partir da utilização de algum outro modelo DEA. Será desta forma que os índices de eficiência SBM das DMUs serão calculadas neste trabalho.

II.3 DEA - LIMITAÇÕES

Uma das principais características da metodologia DEA é a total liberdade na atribuição de pesos às variáveis. O modelo outorga pesos aos fatores de modo a maximizar a eficiência da DMU sendo analisada, com a única restrição de que o conjunto de pesos escolhido seja viável para todas as outras DMUs, isto é, que esse conjunto de pesos retornado pelo modelo seja tal que, aplicado às demais unidades, não permita que as eficiências destas ultrapassem o valor 1. Essa flexibilidade na atribuição dos pesos é vista como uma característica vantajosa dos modelos DEA, pois aumenta a confiabilidade da determinação da ineficiência de uma DMU na medida em que essa ineficiência foi encontrada mesmo com a escolha de pesos, por parte do modelo, mais convenientes para esta DMU (maximiza seu *score* de eficiência). Além disso, a liberdade para a determinação dos pesos evita a necessidade de se ter qualquer informação *a priori* a respeito da importância (absoluta ou relativa) das variáveis ou qualquer tipo de dado a mais que não os valores que cada DMU apresenta nos fatores.

Entretanto, a própria natureza da metodologia permite frequentemente que o conjunto de pesos encontrado não seja satisfatório, sob o ponto de vista dos *decision makers* das unidades, ou contrarie as suas percepções a respeito da importância de cada uma das variáveis. É muito comum a atribuição de pesos zero, por parte dos modelos, a variáveis nas quais a DMU sendo analisada não tem bom desempenho, comparativamente às demais unidades do grupo. Como resultado, essas variáveis com fraco desempenho são completamente ignoradas pelo modelo na determinação do *score* de eficiência da DMU. Ou, se não são a elas outorgados pesos zero, recebem peso mínimo, no sentido de maximizar o índice de eficiência, mas que pode contrariar a informação que se dispõe a respeito de sua importância relativa. Determinadas variáveis podem ter sua influência aumentada no cálculo dos *scores* (através dos pesos que lhes são atribuídos) em detrimento de outras, o que pode contrariar a informação auxiliar de que se disponha a respeito da importância relativa dos fatores.

Quando são disponíveis informações auxiliares, além dos valores propriamente ditos das variáveis para cada DMU, é natural a intenção de tentar incluí-las nos modelos DEA, que forma a que a medição de eficiência seja realizada levando-se em conta esses

dados a mais. Essas informações adicionais são introduzidas em DEA na forma de novas restrições nos modelos, em diversas maneiras que não serão esgotadas aqui – serão citadas apenas as mais usuais e as que foram empregadas no trabalho. Por conta dessa inclusão de novas restrições, os índices de eficiência medidos nos modelos com total liberdade na escolha dos pesos em geral diminuem e DMUs que antes eram tidas como eficientes podem surgir com *scores* menores que 100 %.

Outros problemas que podem surgir ao se realizar uma análise de eficiência baseada em DEA referem-se à dificuldade de quantificar ou mensurar determinadas características e atributos das unidades do conjunto, o que faz com que a determinação de eficiências e ineficiências seja limitada pelo alcance das variáveis consideradas. Este trabalho realiza uma análise de eficiência DEA de maneira crítica, ressaltando as limitações da metodologia e tentando superá-las através do uso de outras formas de mensuração de determinadas características.

A seguir são apresentadas as formas metodológicas mais comuns de se introduzir na análise a informação a priori: as Regiões de Segurança e o Método Cone-Ratio.

II.3.1 Regiões de Segurança (*Assurance Regions*)

A ferramenta das Regiões de Segurança (*Assurance Regions*) apareceu pela primeira vez no trabalho de THOMPSON *et al.* (1986 apud COOPER *et al.*, 1996), sendo posteriormente melhor definida em THOMPSON *et al.* (1990 apud COOPER *et al.*, 1996). A sua forma mais usual é:

$$L_{1,2} \leq \frac{V_2}{V_1} \leq U_{1,2} \quad (\text{II.33})$$

Como se observa, a adição de duas novas restrições ao modelo reflete a importância relativa de duas variáveis quaisquer. As Regiões de Segurança determinam o intervalo dentro do qual a relação entre os pesos atribuídos a duas variáveis quaisquer pode variar. Refletem a taxa marginal de substituição para os pesos das duas variáveis envolvidas, sendo usual que o limite inferior ou o superior seja omitido (LINS e MEZA, 2000).

Apesar de o enfoque aqui dado seja o de restringir a importância relativa dada a determinadas variáveis de características essencialmente tecnológicas (relacionadas a um processo produtivo), as Regiões de Segurança também são úteis quando se é dada atenção à forma com que a DMU atua considerando-se a maximização do lucro ou a minimização dos custos, objetivos que são associados ao conceito de eficiência alocativa, parte importante do trabalho desenvolvido por Farrell.

Quando se opta por medir a eficiência alocativa das DMUs, os pesos atribuídos às variáveis de *input* e *output* podem ser associados aos custos e preços unitários, respectivamente, dos itens considerados no processo de produção. Entretanto, o conhecimento prévio desses custos e preços unitários pode se mostrar difícil na prática. Preços, por exemplo, são passíveis de variação num curto espaço de tempo, o que leva ao uso de recursos como a média aritmética, quando a atenção é voltada para a eficiência alocativa das unidades.

Nesses casos, porém, as Regiões de Segurança podem ser utilizadas satisfatoriamente, quando não são conhecidos com exatidão os valores monetários de cada um dos itens, mas se tem conhecimento a respeito do intervalo em que se localizam. Mais ainda, pode-se considerar o denominador em (II.33) como uma unidade de contagem em termos da qual todos os itens são mensurados, ou seja, como “numerares” (Cooper *et al.*, 1996). Assim, (II.33) é estendida de forma a se utilizar “*input* numerares” e “*output* numerares” para mensurar o valor de *inputs* e *outputs*, respectivamente:

$$v_1 l_{1,i} \leq v_i \leq v_1 u_{1,i} \quad (i = 2, \dots, m) \quad (\text{II.34})$$

$$u_1 L_{1,r} \leq u_r \leq u_1 U_{1,r} \quad (r = 2, \dots, s) \quad (\text{II.35})$$

Nesse trabalho as variáveis serão consideradas como sendo de ordem tecnológica, pois a medição de eficiência se dará em um conjunto de programas de pós-graduação, utilizando-se variáveis às quais não é possível (ou muito difícil) associar um valor de “mercado”.

II.3.2 O Método Cone-Ratio

Uma outra abordagem, muito utilizada, é conhecida como o Método Cone-Ratio. Nesta ferramenta, os vetores de peso de *inputs* e *outputs* são restringidos a um certo espaço através da associação com um cone convexo, composto por vetores direcionais que determinam os valores admissíveis para os pesos. Assim, para os *inputs* (notação vetorial):

$$\mathbf{v} = \sum_{j=1}^k \alpha_j \mathbf{a}_j = \mathbf{A}^T \boldsymbol{\alpha}, \text{ com } \alpha_j \geq 0 (\forall j) \quad (\text{II.36})$$

onde $\mathbf{A}^T = (\mathbf{a}_1, \dots, \mathbf{a}_k) \in R^{m \times k}$ e $\boldsymbol{\alpha}^T = (\alpha_1, \dots, \alpha_k)$. Assim, o cone convexo é definido da seguinte forma:

$$\mathbf{V} = \mathbf{A}^T \boldsymbol{\alpha}$$

E, no caso dos *outputs* (notação vetorial):

$$\mathbf{U} = \sum_{j=1}^l \beta_j \mathbf{b}_j = \mathbf{B}^T \boldsymbol{\beta}, \text{ com } \beta_j \geq 0 (\forall j) \quad (\text{II.37})$$

onde $\mathbf{B}^T = (\mathbf{b}_1, \dots, \mathbf{b}_l) \in R^{m \times l}$ e $\boldsymbol{\beta}^T = (\beta_1, \dots, \beta_l)$

Associando os vetores de peso aos cones, o modelo CCR é reformulado da seguinte forma (notação vetorial):

$$\text{Max } \mathbf{u}^T \mathbf{y}_0 \quad (\text{II.38})$$

s.a

$$\mathbf{v}^T \mathbf{x}_0 = 1 \quad (\text{II.39})$$

$$-\mathbf{v}^T \mathbf{X} + \mathbf{u}^T \mathbf{Y} \leq 0 \quad (\text{II.40})$$

$$\mathbf{v} \in \mathbf{V} \quad (\text{II.41})$$

$$\mathbf{u} \in \mathbf{U}$$

A partir de (II.36) e (II.37), fazendo as substituições necessárias, o modelo fica da seguinte forma (notação vetorial):

$$\text{Max } \boldsymbol{\beta}^T(\mathbf{By}_0) \quad (\text{II.42})$$

s.a

$$\boldsymbol{\alpha}^T(\mathbf{Ax}_0) = 1 \quad (\text{II.43})$$

$$-\boldsymbol{\alpha}^T(\mathbf{AX}) + \boldsymbol{\beta}^T(\mathbf{BY}) \leq 0 \quad (\text{II.44})$$

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\alpha} &\geq 0 \\ \boldsymbol{\beta} &\geq 0 \end{aligned} \quad (\text{II.45})$$

Fica claro, portanto, que utilizar o Método Cone-Ratio para restringir os pesos equivale a rodar um modelo DEA original, mas com uma base de dados artificiais gerada a partir dos dados originais e dos cones. Isso é particularmente vantajoso quando estamos tratando de softwares que não permitem a inserção de restrições aos pesos nos modelos. A desvantagem é que, uma vez obtida a solução ótima, é preciso restaurar a base de dados original para interpretar os resultados, o que pode ser na prática trabalhoso (LINS e MEZA, 2000).

Os vetores de pesos admissíveis pode ser obtido ao se rodar o modelo original DEA sem restrições aos pesos e eleger determinadas DMUs como “excelentes”. Os vetores de pesos que compõem o cone convexo seriam então formados a partir dos pesos que foram alocados às DMUs exemplares no modelo DEA original. É interessante ressaltar que as DMUs tidas como exemplares não precisam, necessariamente, fazer parte do conjunto de unidades que se quer avaliar.

Em BROCKETT *et al.* (1997 apud COOPER *et al.*, 2000) pode-se encontrar um exemplo prático em que o Método Cone-Ratio foi usado de maneira vantajosa. Esse artigo trata da avaliação, por parte de um órgão regulador, de bancos sob sua jurisdição observando-se dois aspectos: eficiência e cobertura de risco. Um grupo de bancos, tidos como “excelentes” (e que não necessariamente faziam parte do conjunto original dos bancos) foi utilizado para transformar a base de dados original em valores aperfeiçoados, através do Método Cone-Ratio. Isso possibilitou a realização da avaliação sem a

necessidade de se definir o que seriam valores de eficiência e cobertura de risco “adequadas”, bem como as inúmeras possíveis combinações desses dois conceitos.

As Regiões de Segurança podem ser vistas como um caso especial do Método Cone-Ratio, sendo este o método mais geral. A prova disso pode ser encontrada em COOPER *et al.* (2000) e LINS e MEZA (2000).

II.3.3 Variáveis e atributos não medidos por DEA

DEA provou ser, ao longo dos anos de seu desenvolvimento, uma metodologia eficaz para aferição de eficiência., pois permite que, além de que sejam incluídos na análise fatores de origens e unidades de medida as mais diversas (sem a necessidade de convertê-los em índices econômicos), seja aplicável satisfatoriamente em inúmeras áreas e situações. A expansão metodológica que DEA experimentou desde o seu surgimento também ampliou essa aplicabilidade, através da criação de novos modelos ou o aperfeiçoamento dos já existentes, voltados para situações específicas (por exemplo, os modelos com restrições aos pesos citados nas seções anteriores) ou para permitir análises de eficiência mais acuradas e abrangentes.

Entretanto, a aplicação de DEA frequentemente esbarra em certas limitações. Uma delas é que as medições de eficiência são dependentes das escolhas feitas pelo analista (variáveis *input* e *output*, conjunto de unidades, modelo DEA, orientação, restrições). A abrangência das medições de eficiência está limitada pelas escolhas feitas pelo realizador da análise. Um *score* de eficiência DEA não pode ser tomado como absoluto, pois está diretamente vinculado às circunstâncias dentro das quais foi obtido.

Uma outra limitação, significativa, relaciona-se aos dados de natureza qualitativa. O método, por ser de ordem quantitativa, exige que todas as variáveis recebam valores numéricos. Ao se tentar incluir na análise variáveis de ordem qualitativa, corre-se o risco de incorrer em certa arbitrariedade ou subjetividade ao se atribuir números a essas variáveis.

Assim, a abordagem deste trabalho é construída no sentido de que não se utilize a análise DEA isoladamente, implementada aqui de maneira crítica. A avaliação do ensino da Engenharia de Produção na UFRJ é feita de forma a que certas informações

complementem a análise quantitativa, que não pode mensurá-las (ou, pelo menos, não de maneira satisfatória). O enfoque dado à parte qualitativa da tese será no sentido de fazer com que a avaliação do ensino da Engenharia de Produção na UFRJ seja realizada sob diversos ângulos. À medição de eficiência no sentido “produtivo” do termo será agregada uma pesquisa feita com alunos dos 5º, 6º, 7º, 8º, 9º e 10º períodos do curso de graduação, que visa, a partir da análise das respostas dadas a um questionário padronizado, medir em que grau o curso de Engenharia de Produção consegue formar nos alunos a consciência social, a noção da importância do engenheiro de produção para a sociedade e como esse profissional pode utilizar o seu conhecimento para fins sociais. Outras questões não-relacionadas aos objetivos principais, porém pertinentes por visarem exprimir o pensamento dos alunos, também foram incluídas na pesquisa.

Particularmente, buscou-se também medir os objetivos pessoais e profissionais dos alunos do universo acima citado, e a partir de suas respostas inferir em que grau o curso de Engenharia de Produção da UFRJ consegue despertar nos profissionais que forma certos valores importantes para um engenheiro.

CAPÍTULO III. AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO ENSINO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NA UFRJ POR MEIO DE *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS*

Nessa etapa do trabalho, será adotado o primeiro enfoque para a avaliação do ensino de Engenharia de Produção na UFRJ: a abordagem quantitativa, através do uso da metodologia *Data Envelopment Analysis*. O Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ (Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia) será avaliado do ponto de vista da eficiência em que opera, ou seja, por meio de uma confrontação entre os recursos investidos pelo Programa e os resultados obtidos. A eficiência será medida comparativamente a um conjunto de Programas de Pós-Graduação da UFRJ., sendo essa portanto uma eficiência relativa.

Essa avaliação será composta por duas partes. A princípio será feito uso do modelo DEA clássico BCC, em duas etapas: na primeira, os índices de eficiência serão obtidos a partir do modelo clássico BCC, sem a introdução de qualquer informação a priori a respeito da importância (relativa ou absoluta) de alguma variável., facultando dessa forma ao modelo a escolha livre dos pesos (multiplicadores) que maximizem a eficiência da DMU sendo analisada. Os resultados serão apresentados, comentados e uma análise dos *outputs* virtuais das DMUs será realizada, com o intuito de aumentar a compreensão dos números obtidos. Ainda nesta etapa, será feito uso de uma importante ferramenta de DEA: serão mostrados os alvos para os fatores que as DMUs ineficientes (ou as DMUs localizadas numa parte da fronteira Pareto-Koopmans não-eficiente) precisam perseguir a fim de ingressarem na fronteira Pareto-Koopmans eficiente.

Na etapa seguinte novamente o modelo BCC será empregado, mas desta vez com a adição de restrições aos pesos que reflitam o entendimento de especialistas e tomadores de decisão com respeito à importância de determinadas variáveis. Os resultados obtidos nas duas etapas serão comparados, e uma nova análise de *outputs* virtuais será realizada com a intenção de compreender as alterações nos índices de eficiência das DMUs, quando ao modelo clássico são acrescentadas as restrições aos pesos. Ainda nessa seção, introduzimos uma forma de tentar explicar os motivos pelos quais determinadas DMUs apresentaram

significativa redução de seus *scores* de eficiência, quando são adicionadas as restrições aos pesos ao modelo. É feita uma tentativa de associar essas quedas nos índices de eficiência ao somatório de *slacks* (em *inputs* e *outputs*) que essas DMUs apresentam, na primeira medição de eficiência (sem as Regiões de Segurança) e à distância euclidiana entre o ponto na fronteira ineficiente em que essas DMUs estão posicionadas, e o ponto na fronteira Pareto-Koopmans eficiente em que são projetadas, depois que esses *Slacks* são eliminados.

Na segunda parte da análise quantitativa, serão calculados os índices SBM de eficiência, através da fórmula (II.28) da função objetivo da formulação não-orientada. Também serão apresentados os índices de eficiência SBM para o caso orientado a *input*, fazendo uso da fórmula (II.32). Para o uso da fórmula, os valores das variáveis serão os mesmos utilizados em todo o trabalho e os *slacks* serão aqueles obtidos com a aplicação do modelo BCC na primeira parte da avaliação quantitativa..

III.1 – DEA NA EDUCAÇÃO

Em diversos artigos, publicados aqui e no exterior, pode-se comprovar a grande utilidade de DEA na medição de eficiência no âmbito educacional. Isso deve-se, principalmente, a dois motivos:

- 1) DEA não requer que os fatores sejam reduzidos a índices econômicos, o que se aplica de imediato a entidades educacionais, cujos objetivos frequentemente não são de ordem lucrativa;
- 2) Os objetivos de entidades educacionais, particularmente programas de pós-graduação, são os mais diversos, o que sugere a utilização de DEA para mensuração de eficiência, pois a técnica permite a inclusão de vários fatores de *inputs* e *outputs*, das mais diversas origens.

A pós-graduação é uma área em que, particularmente, a aplicação de DEA é muito útil para a aferição de desempenho, pois trata-se de setor cujos objetivos, tais como o ensino, a pesquisa e projetos de extensão, são muito diversificados. Além disso, é vital a medição da eficiência com que programas de pós-graduação estão operando, por tratar-se de setor de grande importância para o desenvolvimento do país.

A seguir, apresentamos uma série de artigos versando sobre bem sucedidas aplicações de DEA no setor educacional , aqui e no exterior.

III.1.1 – Ensino superior

BANDEIRA *et al.* (2001) realizam uma medição de eficiência de 92 departamentos acadêmicos da UFRGS (unindo graduação e pós-graduação), utilizando o modelo BCC orientado a *output*, sem restrições aos pesos. Utilizam 3 variáveis de *input* (relacionadas aos recursos humanos dos departamentos, considerando docentes e monitores) e 9 variáveis de *output* (relacionadas a ensino de graduação, ensino de pós-graduação, pesquisa e extensão). Além de apresentarem a eficiência relativa dos departamentos, indicam valores-alvo de *inputs* e *outputs* para dois departamentos ineficientes. Obtêm como resultado uma grande homogeneização dos resultados, com 79,3 % dos departamentos recebendo *score* de eficiência superior a 90 %.

CABALLERO *et al.* (2004) concebem uma nova metodologia para aperfeiçoar um processo chave nas instituições de ensino superior: a alocação de recursos em departamentos acadêmicos de universidades. O trabalho é focado na alocação de recursos para a remuneração do elenco de docentes. Os autores apresentam uma metodologia que une DEA a outra técnica quantitativa de apoio à decisão: o Apoio Multicritério à Decisão, que é chamada pelos autores de DEA-MCDM-DEA. O método é dividido em três fases: na primeira, é realizada uma medição de eficiência das unidades (aqui, consideradas os departamentos da universidade), utilizando um modelo BCC orientado a *output*, formulação não-Arquimediana (pela inclusão das folgas na função objetivo). São utilizadas quatro variáveis de *input* (duas relacionadas ao número de créditos ministrados por docentes permanentes e não-permanentes, e outras duas relacionadas a profissionais dos departamentos com funções de apoio aos docentes) e três variáveis de *output* (número de estudantes alocados aos departamentos, tamanho médio dos grupos de ensino dos departamentos, e número de créditos ministrados pelos departamentos).

A segunda fase do método utiliza-se de um modelo MCDM de programação de metas, para aperfeiçoamento dos recursos humanos dos departamentos, considerando como variáveis de decisão o número de novos professores contratados e o número de professores promovidos para categorias mais altas. O modelo leva em consideração as restrições de

ordem financeira dos departamentos e as metas dos decision-makers de aperfeiçoamento de seu quadro de docentes. Finalmente, incorporados esses aperfeiçoamentos (que se traduzem em aumento nas variáveis de *inputs* para determinados departamentos), é realizada a fase três do método, que consiste em nova medição de eficiência DEA, visando observar quais DMUs permanecem eficientes em relação à mensuração da primeira fase. A metodologia foi aplicada na avaliação de 142 departamentos da Universidade de Málaga (Espanha), e foi observado que a incorporação do modelo de programação de metas no quadro de docentes dos departamentos teve como resultado uma melhoria da eficiência média do sistema como um todo.

JOHNES e JOHNES (1995) investigam a eficiência técnica de 36 departamentos de economia das universidades do Reino Unido, tendo como foco o processo de pesquisa e a alocação de recursos. Utilizando um modelo CCR orientado a *output*, apresentam três medições distintas, variando os fatores de *inputs* incluídos na análise. Os *outputs* permaneceram os mesmos nas três análises (papers e cartas publicadas em jornais acadêmicos, concedendo peso maior a publicações em jornais de maior importância). Na primeira medição, um único *input* foi considerado, o número de pessoas-mês envolvidas nas atividades de ensino e pesquisa. Na medição seguinte, consideram um segundo *input*: o total de recursos externos destinados à pesquisa, por membro do departamento. A terceira medição inclui um terceiro *input*, o tempo destinado à pesquisa, por membro do departamento. Os autores concluem que a utilização de um eficaz índice de performance é essencial para um eficiente sistema educacional, e que esse índice não deve levar em conta apenas os resultados obtidos, mas também considerar os recursos utilizados pelas unidades.

BEASLEY (1990) mede a eficiência dos departamentos de química e física de todas as universidades do Reino Unido, utilizando o modelo CCR orientado a *input*, incorporando restrições aos pesos. Utiliza variáveis tais como gastos gerais, gastos com equipamentos e recursos para a pesquisa (*inputs*) e número de estudantes na graduação, número de estudantes na pós-graduação em cursos, número de estudantes na pós-graduação realizando pesquisa, índice de níveis de pesquisa conferido pelo University Grants Committee e recursos para pesquisa (*outputs*), com esta última funcionando como uma substituta para uma variável que meça a qualidade/quantidade da produção intelectual, caso

esta não tenha dados disponíveis. Concluem que o modelo DEA aplicado ao setor educacional apresenta validade e utilidade.

III.1.2 Ensino básico

Também no setor escolar, são inúmeros os exemplos de bem sucedidas aplicações de DEA. RUGGIERO *et al.* (2002) fazem uma crítica às tradicionais aferições de igualdade de resultados em escolas baseadas única e exclusivamente nos gastos por aluno. Os autores afirmam que tais medições são falhas na medida em que ignoram os ambientes de custos (por ex. salários pagos aos professores em determinadas regiões) enfrentados pelas escolas, e principalmente, a eficiência na qual operam. Sugerem a utilização de um modelo DEA-BCC (modelo do envelope) orientado a *input* no qual fazem um “ajuste” nos gastos das escolas, passando a considerar os ambientes de custos nos quais as escolas estão inseridas e a eficiência com a qual operam, projetando-as na fronteira de eficiência. Esse ajuste daria a real dimensão dos resultados obtidos pelas escolas. Aplicam o modelo a 631 dos 695 distritos escolares de Nova York, utilizando dados de 1991 e considerando como único *input* os gastos “desajustados” (i.e. sem a correção através do modelo DEA) por aluno, e utilizando três *outputs* relacionados a percentuais de alunos aprovados. Chegam à conclusão, com sua análise, que grande parte das variações observadas nos gastos das escolas refletem na realidade diferenças entre os ambientes de custos nas quais estão inseridas e as ineficiências nas quais operam, e não diferenças nos resultados obtidos.

RUGGIERO e BRETSCHEIDER (1998) demonstram a inconveniência de medir eficiência através da medida de Farrell, que não considera as folgas (*Slacks*) que possam ainda existir nos *inputs* após sua redução equiproporcional (projeção das DMUs na fronteira). Os autores demonstram que uma DMU considerada eficiente segundo a medida de Farrell pode não ser Koopmans-eficiente. Para isso, desenvolvem uma variação da Medida não-radial de Russell, primeiramente introduzida por FÄRE e LOVELL (1978 apud RUGGIERO e BRETSCHEIDER, 1998): a Medida de Russel Ponderada. Esta, ao contrário da Medida de Russel, considera a possibilidade de que os *inputs* possam ter diferentes impactos no processo de produção dos *outputs*, expressos na função objetivo através de pesos aplicados aos fatores de redução dos *inputs*. Realizam uma medição de

eficiência em 636 distritos escolares de Nova York, utilizando a medida de Farrel e a Medida de Russel Ponderada, na qual consideram 6 *inputs* discrecionários (4 relacionadas a número de professores, assistentes, computadores e classes por aluno, e 2 relacionadas à qualidade dos professores) e 1 variável de *input* exógena, o percentual de alunos não-pobres. Utilizam três variáveis de *outputs*, todas relacionadas a *scores* obtidos por alunos em testes em disciplinas como leitura, matemática e estudos sociais. Chegam à conclusão que a Medida de Farrel superestima os *scores* de eficiência das DMUs, pela não consideração da existência de *Slacks*, comparada com a Medida de Russel Ponderada.

KIRJAVAINEN e LOIKKANEN (1998) aplicam os modelos CCR e BCC, não-Arquimedianos, orientados a *input*, para medir a eficiência relativa de 291 escolas secundárias seniors da Finlândia. Utilizam 4 modelos diferentes, com variações nas variáveis incluídas, que são relacionadas às horas de aula ministradas, qualificação dos professores e dos alunos admitidos nas escolas, além do nível educacional dos pais (*inputs*), e número de estudantes que passam de nível, número de estudantes graduados, e resultados nos exames finais (*outputs*). Os autores realizam um estudo acerca da estabilidade dos resultados obtidos, primeiro utilizando o coeficiente de Spearman para uma comparação entre os rankings das escolas obtidos em cada modelo, e depois agrupando as escolas de acordo com seus *scores*, verificando a quantidade de escolas que mudaram de grupo de um modelo para o outro. Por fim, utilizam modelos Tobit para aferir a influência de determinadas variáveis (não inclusas nos modelos DEA) nos *scores* de eficiência, tais como tamanho da escola, percentual de estudantes do sexo feminino, heterogeneidade dos estudantes na escola, variáveis relacionadas ao sistema de subvenção do estado, entre outras. Concluem que a escolha das variáveis de *inputs* e *outputs* é vital na realização de um estudo DEA, e que os resultados dos modelos Tobit sugerem pesquisas futuras.

BRADLEY *et al.* (2001) também realizam uma análise estatística após a aplicação de DEA. Primeiramente medem a eficiência técnica de 2657 escolas secundárias da Inglaterra, aplicando um modelo CCR orientado a *output*, utilizando como *inputs* a proporção de alunos inelegíveis para refeições gratuitas nas escolas (um dado que reflete a composição sócio-econômica do corpo de estudantes) e a proporção de professores qualificados, e como *outputs* a proporção de notas altas em exames e a taxa de comparecimento. Após isso, utilizam modelos Tobit para investigar a influência de

determinadas variáveis nos *scores* DEA (e nas variações desses *scores* ao longo do período 1993-1998), tais como o grau de competição direta entre escolas, variáveis ambientais (tais como a taxa de desemprego) e a razão de alunos por professor. Concluem que o grau de competição entre escolas reflete-se positivamente nos *scores* DEA, e também tem importante influência na mudança da eficiência relativa ao longo do tempo. Também concluem que a razão aluno-professor afeta negativamente a performance das escolas, que escolas só para mulheres apresentam melhor desempenho que outras instituições similares e que mudanças na eficiência relativa das escolas dependem positivamente de mudanças nos gastos com professores.

III.2 CARACTERIZAÇÃO DAS DMUS E VARIÁVEIS

III.2.1 Universo de análise

Sendo DEA uma metodologia de aferição de eficiências relativas, era necessário constituir um conjunto homogêneo de DMUs, entendendo-se por conjunto homogêneo um grupo de unidades que realizam as mesmas tarefas com os mesmos objetivos, dentro das mesmas condições de mercado e utilizando as mesmas variáveis de *input* e *output*, porém podendo estas apresentarem magnitudes diferentes (LINS e MEZA, 2000), como já ressaltado na etapa teórica deste trabalho.

Porém, o problema da avaliação de desempenho em instituições acadêmicas torna-se ainda mais delicado quando existe maior heterogeneidade entre a natureza destas instituições. O objetivo do trabalho era comparar o Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ com outros Programas de áreas correlatas (ou seja, que fossem restritos à área de Ciências Exatas), mas que guardasse certa diversidade quanto ao perfil teórico/aplicado, quanto à dedicação às atividades de ensino e pesquisa e à produção intelectual nacional e internacional. A intenção também era realizar um trabalho que não fosse uma mera repetição de outros já desenvolvidos.

A inicial escolha recaiu sobre se comparar o Programa de Engenharia de Produção com os demais Programas da COPPE/UFRJ. No entanto, os Programas da COPPE já foram avaliados por meio de DEA (LINS e MEZA, 2000). Assim, optou-se por montar um

conjunto composto pelos 12 Programas de Pós-Graduação da COPPE/UFRJ e por 12 Programas do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza (CCMN) da UFRJ.

Assim, foram estes os Programas de Pós-Graduação que terão sua eficiência aferida:

- Bioquímica
- Ciências dos Alimentos
- Estatística
- Física
- Físico-Química
- Geografia
- Geologia
- Informática
- Matemática
- Matemática Aplicada
- Química Inorgânica
- Química Orgânica
- Engenharia Biomédica
- Engenharia Civil
- Engenharia Metalúrgica e de Materiais
- Engenharia Elétrica
- Engenharia Mecânica
- Engenharia Nuclear
- Engenharia Química
- Engenharia Oceânica
- Engenharia de Sistemas e Computação
- Engenharia de Produção
- Planejamento Energético
- Engenharia de Transportes

Vale ressaltar que os programas de Química Analítica e Astronomia, também pertencentes ao CCMN/UFRJ, não foram incluídos nessa análise por serem programas relativamente novos (iniciaram suas atividades, respectivamente, em 2002 e 2003) e porque

não foram encontrados dados relativos às atividades acadêmicas desses programas quando esse trabalho foi iniciado. Para trabalhos futuros e similares, fica a sugestão para que esses programas sejam incluídos nos universos de análise, para aferição de seu desempenho.

III.2.2 Variáveis

A seleção dos fatores de *input* e *output* que foram utilizados no estudo obedeceu a duas condições necessárias: que fossem fatores cujos dados de um determinado ano estivessem disponíveis para todos os programas do universo de análise e, mais importante, que efetivamente fossem os mais representativos para uma eficiente medição de performance e cobrissem todos os aspectos da produção no âmbito da pós-graduação. Em outras palavras, era necessário utilizar um conjunto de fatores que realmente representassem todas as variáveis envolvidas no processo de “produção” dos programas de pós-graduação, considerando os recursos humanos como *inputs* e os “produtos”, relacionados às atividades de ensino e produção intelectual, como *outputs*.

A quantidade de variáveis também foi definida de acordo com o número de DMUs, mantendo o foco na manutenção do poder discriminatório de DEA, na medida em que um grande número de variáveis incluídas no modelo pode resultar num grande número de DMUs consideradas eficientes. Todas as variáveis são referentes à quantidades somadas dos cursos de Mestrado e Doutorado dos programas. Elas estão abaixo relacionadas, junto com os termos pelas quais foram referenciadas quando incluídas no modelo DEA:

Inputs:

- **NumDoc** (número de docentes - total)
- **NumPesq** (número de pesquisadores - total)

Outputs:

- **NumCred** (número de créditos necessários para a titulação)
- **NumTes** (número de teses e dissertações defendidas no período)
- **ProdInt** (número de artigos publicados em periódicos internacionais no período, ponderados de acordo com a importância do veículo)

- **ProdNac** (número de artigos publicados em periódicos nacionais no período, ponderados de acordo com a importância do veículo)

III.2.3 Dados dos programas

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), órgão vinculado ao Ministério da Educação, possui um amplo sistema de avaliação e credenciamento de programas de pós-graduação nacionais – o Sistema de Avaliação da Pós-Graduação Nacional. Esse processo de avaliação tem duas vertentes: uma é o acompanhamento anual dos programas, que tem como intenção principal orientar os programas com relação a procedimentos que levem a um melhor desempenho.

A segunda vertente é a avaliação trianual.. Essa avaliação resulta numa nota conferida ao programa (numa escala que varia de 1 a 7, recebendo a nota 7 os programas que se destaquem dos demais com relação ao nível de excelência acadêmica) e está diretamente vinculada ao credenciamento dos programas por parte do MEC.

Após o recebimento das informações relativas às atividades acadêmicas anuais dos programas, a CAPES confecciona relatórios, tabelas e listagens com os quais os representantes e comissões de área (compostas por consultores especializados das diversas Áreas do conhecimento, atuantes no magistério superior e na pesquisa) e seu Conselho Técnico e Científico fundamentam os processos correspondentes ao Sistema de Avaliação. Esses relatórios estão divulgados no site da CAPES e deles foram extraídos os dados para as variáveis com as quais será realizada a medição de eficiência. Os dados são relativos ao ano-base de 2002, o ano mais recente para o qual a CAPES disponibilizou as informações relativas aos programas no momento da realização deste trabalho.

Os dados dos programas do universo de análise, relativos ao ano de 2002, junto com a nota conferida a eles na avaliação da CAPES do último triênio (2001-2003) estão na Tabela 1, exibida abaixo:

Tabela 1: dados dos programas do universo de análise (ano-base 2002)

DMUs	NumDoc	NumPesq	NumCred	NumTes	ProdInt (*)	ProdNac (*)	CAPES (**)
Bioquímica	18	16	50	15	0,00	0,00	4
Ciências dos Alimentos	14	0	50	11	41,50	0,50	5
Estatística	11	0	92	6	17,50	0,20	4
Física	68	12	50	17	250,00	0,00	7
Físico-Química	11	2	50	6	42,00	0,50	5

Geografia	34	0	50	40	3,00	0,20	6
Geologia	27	0	60	27	9,50	2,40	4
Informática	25	28	24	33	5,00	1,60	4
Matemática	32	0	60	15	62,00	0,00	5
Matemática Aplicada	10	0	21	12	6,50	0,20	4
Química Inorgânica	14	9	50	8	44,00	1,20	4
Química Orgânica	21	17	50	19	103,00	0,70	6
Engenharia Biomédica	14	0	73	21	17,50	5,00	6
Engenharia Civil	48	0	36	62	25,00	1,80	7
E. Metalúrgica e de Materiais	30	5	42	38	92,50	10,60	6
Engenharia Elétrica	33	0	66	33	67,50	4,50	7
Engenharia Mecânica	24	1	42	23	48,50	0,20	6
Engenharia Nuclear	12	0	66	16	28,00	0,80	6
Engenharia Química	18	9	36	27	87,00	1,50	7
Engenharia Oceânica	24	3	66	21	16,00	1,50	4
E. de Sistemas e Computação	34	1	40	49	28,00	0,00	6
Engenharia de Produção	29	5	66	132	31,00	6,60	5
Planejamento Energético	13	2	78	19	5,00	1,50	5
Engenharia de Transportes	14	1	78	28	2,00	0,20	5

(*) **Produção intelectual ponderada de acordo com a importância do veículo**

(**) **Nota da última avaliação CAPES (não foi incluída no modelo)**

III.2.4 Produção Intelectual – Ponderação

Para o cálculo do índices de produção intelectual dos programas (**ProdInt** e **ProdNac**), não era possível somar pura e simplesmente todas as obras produzidas no período, como livros, artigos em periódicos nacionais e internacionais, publicações em anais, sem que se observasse a importância e a representatividade de cada um deles. Se tal atitude fosse tomada, certamente distorções seriam observadas e a avaliação pretendida cometeria certas injustiças com programas que tiveram suas obras aceitas em maior número em veículos de importância reconhecida.

Decidiu-se considerar, para o cálculo das variáveis de produção intelectual, apenas artigos publicados em periódicos. Para a ponderação da produção intelectual dos programas e definição dos índices **ProdInt** e **ProdNac**, foi utilizado o critério da CAPES para classificação dos veículos utilizados pelos programas para divulgação de suas produções (Qualis). Nesse trabalho, optou-se por considerar apenas os trabalhos completos (resumos não foram considerados) publicados em veículos que apresentassem qualquer uma das seguintes classificações da CAPES: Internacional A, B ou C e Nacional A, B, ou C. Os

artigos publicados em veículos que não fossem classificados em nenhuma das 6 categorias supra citadas também não foram considerados.

A ponderação escolhida para cada categoria de veículo não observou apenas a importância relativa entre eles; também foi levada em conta a importância de cada tipo de publicação, comparada com a representatividade das teses e dissertações defendidas no período. Publicações em determinados tipos de veículos não poderiam receber ponderação maior (ou menor, dependendo do veículo) do que a aplicada às teses e dissertações (que, como são somadas sem ponderação, recebem portanto peso 1). Decidiu-se, dessa forma, que levando-se em conta a importância relativa entre as categorias de publicações e destas, com as teses e dissertações, a ponderação deveria seguir os seguintes preceitos:

- 1) Um artigo publicado num periódico Internacional A recebe ponderação maior que um publicado num periódico Internacional B, e este, recebe ponderação maior que um publicado num periódico Internacional C;
- 2) Um artigo publicado num periódico Internacional C recebe maior ponderação do que um publicado num periódico Nacional A;
- 3) A ponderação aplicada às publicações em periódicos nacionais seguem o mesmo raciocínio daquela aplicada às publicações em periódicos internacionais, ou seja, Nacional A > Nacional B > Nacional C;
- 4) Uma publicação em periódico Nacional A não recebe peso maior do que aquele aplicado às teses e dissertações (que, conforme já ressaltado, é sempre 1);
- 5) Uma publicação em periódico Internacional A deve valer duas vezes uma tese (ou dissertação).

Seguindo os preceitos acima, os índices de produção intelectual nacional e internacional foram calculados com os seguintes pesos:

- Internacional A – 2
- Internacional B – 1,5
- Internacional C – 1
- Nacional A – 0,8
- Nacional B – 0,5
- Nacional C – 0,2

III.3. APLICAÇÃO DO MODELO BCC – SEM RESTRIÇÕES AOS PESOS

Nessa seção do trabalho, realizamos a primeira medição de eficiência dos 24 programas de pós-graduação citados na seção III.2.1, para verificarmos o desempenho do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ, quando comparado a programas de áreas correlatas.

A princípio, faremos uso do modelo clássico DEA BCC, sem a ferramenta das restrições aos pesos. Os resultados da aplicação do modelo serão exibidos, comentados e uma análise dos *outputs* virtuais das DMUs será realizada, para compreendermos os índices de eficiência obtidos pelos programas. Os valores-alvo para as variáveis de cada uma das unidades, necessárias para que os programas ingressem na fronteira Pareto-Koopmans eficiente serão mostrados.

Vale lembrar que neste trabalho, os alvos não são apresentados necessariamente com a intenção de funcionarem como patamares a serem perseguidos pelos programas, e sim com o intuito de fornecer uma referência complementar à medição de eficiência.

III.3.1 Orientação e software utilizado

A orientação utilizada, tanto nesta seção como na seção em que é aplicado o modelo BCC com restrições aos pesos, é a orientação a *input*. Nesta orientação, mede-se a eficiência das DMUs baseado na máxima possibilidade de redução equiproporcional dos *inputs*, de forma a manter a DMU em questão dentro do Conjunto de Possibilidades de Produção (conjunto de vetores de *inputs* e *outputs* viáveis).

O modelo BCC foi o escolhido porque a escolha de outro modelo básico (CCR) indicaria a suposição da não existência de eficiências de escala, suposição que não podemos fazer. A orientação a *input* foi escolhida porque, como há um maior número de DMUs operando em menor escala, a escolha da orientação a *output* faria com que as unidades operando em escala maior (em menor número) se tornassem as unidades-referência (*benchmarks*). Com isso, a retirada de alguma dessas DMUs alteraria drasticamente as eficiências e a fronteira, tornando-as assim mais instáveis.

O aplicativo utilizado neste trabalho para a medição de eficiência das DMUs foi o ILOG OPL Studio, software de otimização que permite programação para o desenvolvimento de problemas de programação linear. Nele foram desenvolvidos e rodados os modelos dos multiplicadores e do envelope (modelo BCC), com e sem restrições aos pesos. Uma versão Trial está disponível para download em www.ilog.com/download/opl/windows.

Num primeiro momento utilizou-se o software DEA EMS – Efficiency Measurement System, versão 1.3. O software está disponível para download em www.wiso.uni-dortmund.de/lsfg/or/scheel/ems/. Nesse endereço também estão disponíveis maiores informações sobre o software. Porém, durante a execução do trabalho foram percebidos certos bugs no software, notadamente no que se refere aos multiplicadores apresentados. Mais especificamente, os pesos para as variáveis retornados pelo software não tinham coerência com os índices de eficiência medidos. Daí foi feita a opção pelo OPL. No entanto, uma comparação entre os resultados de um e de outro software demonstrou uma grande semelhança entre os dois nos *scores* de eficiência, *slacks*, lambdas e conjuntos de referência, o que provou que o único erro que o EMS apresentava (quando rodados os modelos básicos) era com respeito aos multiplicadores retornados. Nesse sentido, o EMS serviu eventualmente para a validação da programação dos modelos DEA realizada no OPL e dos resultados obtidos com a aplicação desses modelos. Mas os resultados aqui apresentados são os obtidos através dos modelos DEA desenvolvidos no OPL.

III.3.2 Resultados

A Tabela 2, exibida abaixo, mostra os índices de eficiência dos Programas de Pós-Graduação, junto com suas unidades *benchmark* (que compõem o seu conjunto de referência). A terceira coluna mostra os índices da avaliação da CAPES do desempenho dos Programas, relativo ao triênio (2001-2003).

Tabela 2 – Resultados do modelo BCC sem restrições aos pesos e unidades *benchmarks*

DMU	Score	Conjunto de Referência (<i>benchmarks</i>)	CAPES
Bioquímica	62,32%	Estatística, Matemática Aplicada, Engenharia de Produção	4
Ciências dos Alimentos	100,00%	-	5
Estatística	100,00%	-	4
Física	100,00%	-	7

Físico-Química	100,00%	-	5
Geografia	100,00%	Engenharia Biomédica, Engenharia Civil	6
Geologia	100,00%	Engenharia Biomédica, Engenharia Civil	4
Informática	53,97%	Matemática Aplicada, Engenharia Biomédica, Engenharia de Produção	4
Matemática	100,00%	Ciência dos Alimentos, Geografia, Engenharia Elétrica	5
Matemática Aplicada	100,00%	-	4
Química Inorgânica	86,73%	Físico-Química, Engenharia Biomédica, Engenharia Metalúrgica e de Materiais	4
Química Orgânica	100,00%	-	6
Engenharia Biomédica	100,00%	-	6
Engenharia Civil	100,00%	-	7
E. Metalúrgica e de Materiais	100,00%	-	6
Engenharia Elétrica	100,00%	-	7
Engenharia Mecânica	75,97%	Ciência dos Alimentos, Física, Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção	6
Engenharia Nuclear	100,00%	-	6
Engenharia Química	100,00%	-	7
Engenharia Oceânica	53,08%	Estatística, Matemática Aplicada, Engenharia Biomédica, Engenharia Nuclear, Engenharia de Produção	4
E. de Sistemas e Computação	77,78%	Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia Nuclear, Engenharia de Produção	6
Engenharia de Produção	100,00%	-	5
Planejamento Energético	98,24%	Estatística, Matemática Aplicada, Engenharia Biomédica, Engenharia de Produção	5
Engenharia de Transportes	99,22%	Estatística, Matemática Aplicada, Engenharia de Produção	5

III.3.3 Análise dos Resultados

Como se pode observar na Tabela 2, o Programa de Engenharia de Produção atingiu o índice máximo (100%), comparativamente aos demais Programas. No total, 16 DMUs (66,7 % do total) foram consideradas eficientes pelo modelo BCC, embora nem todas sejam Pareto-Koopmans eficientes. Destas 16 unidades, 13 (Matemática Aplicada, Ciência dos Alimentos, Estatística, Geografia, Geologia, Matemática, Engenharia Biomédica, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia Nuclear, Engenharia de Produção, Física e Engenharia Metalúrgica e de Materiais) são DMUs que possuem ou um valor mínimo em algum dos *inputs*, ou um valor máximo em algum dos *outputs*. O modelo BCC aponta como eficientes DMUs que apresentem uma destas características.

A eficiência média observada foi de 92 % e os *scores* de eficiência variaram de 53,08 % a 100 %. Comparando-se os índices de eficiência DEA com as notas conferidas pela CAPES aos Programas, resultado do processo de avaliação do triênio (2001-2003), pode-se perceber que não há discrepância significativa entre os resultados das avaliações de um e de outro método. Como casos em que os índices DEA não tiveram uma

correspondência significativa com as notas da CAPES, podemos citar: Estatística (índice DEA 100 % e nota CAPES 4), Matemática Aplicada(100 % - 4) e Engenharia Mecânica (75,97 % - 6). É importante ressaltar que os índices DEA foram calculados com base nas atividades acadêmicas dos Programas no ano de 2002, enquanto que as notas CAPES são mais abrangentes, por avaliar o desempenho dos Programas considerando suas atividades ao longo de 3 anos.

A Tabela 2 também fornece, para as DMUs, o seu conjunto de referência. As DMUs que mais aparecem como *benchmarks* (fazem parte do conjunto de referência de alguma DMU) para as demais são Matemática Aplicada (5 aparições), Engenharia Biomédica (6) e Engenharia de Produção (7).

Percebe-se, observando a tabela, que as DMUs Geologia, Geografia e Matemática, apesar de apresentarem *score* máximo de eficiência (100 %), possuem conjunto de referência. Ou seja, apesar de serem DMUs com eficiência máxima, estão posicionadas numa região da fronteira Pareto-Koopmans ineficiente. Isso significa que essas DMUs apresentam alguma folga (*Slack*) em pelo menos uma de suas variáveis, e portanto estão posicionadas em uma região da fronteira paralela a pelo menos um dos eixos, segundo LINS e MEZA (2000). Pelas relações de dualidade entre o modelo dos multiplicadores e o modelo do envelope, conclui-se que essas DMUs apresentam peso zero aplicado às variáveis nas quais elas apresentam folga (isso será melhor compreendido na seção seguinte, que analisa os *outputs* virtuais). Neste caso, uma combinação linear das DMUs do conjunto de referência fornecerá para essas DMUs os valores que elas devem obter para ingressarem na fronteira Pareto-Koopmans eficiente.

III.3.4 Análise de *outputs* virtuais

Uma forma bastante útil de se compreender o funcionamento da metodologia DEA é através da análise dos *outputs* virtuais (resultado da multiplicação dos valores das variáveis aos pesos a elas alocados). A análise de *outputs* virtuais permite que se descubra de que forma o modelo DEA construiu os índices de eficiência das unidades, permitindo também que se identifique “falsas” eficiências (como será visto adiante).

Nos modelos básicos sem restrições aos pesos, a técnica tem ampla liberdade de escolha dos pesos mais adequados às DMUs, ou seja, aloca os pesos às variáveis de forma a maximizar a eficiência das DMUs. A Tabela 3 exhibe, para cada DMU do universo de análise, a participação que cada um dos *outputs* virtuais possui no cálculo da eficiência da DMU, em relação ao somatório dos *outputs* virtuais (ressaltando que, no modelo dos multiplicadores BCC, a eficiência é obtida pelo somatório dos *outputs* virtuais, somado ao intercepto, a variável dual livre que corresponde à restrição de convexidade do modelo do envelope BCC).

Tabela 3 – Participação relativa de cada *output* virtual no *score* de eficiência

DMUs	Score	NumCred	NumTes	ProdInt	ProdNac
Bioquímica	62,32%	0,374279	0,625721	0	0
Ciências dos Alimentos	100,00%	0	0	1	0
Estatística	100,00%	1	0	0	0
Física	100,00%	0	0	1	0
Físico-Química	100,00%	0,409956	0	0,590044	0
Geografia	100,00%	0	0	0	0
Geologia	100,00%	0	0	0	0
Informática	53,97%	0	0,814085	0	0,185915
Matemática	100,00%	0	0	0	0
Matemática Aplicada	100,00%	0	0	0	0
Química Inorgânica	86,73%	0	0	0,766376	0,233624
Química Orgânica	100,00%	0,206087	0,066189	0,727724	0
Engenharia Biomédica	100,00%	0	0	0	1
Engenharia Civil	100,00%	0	1	0	0
E. Metalúrgica e de Materiais	100,00%	0	0	0,017852	0,982148
Engenharia Elétrica	100,00%	0	0	0,73771	0,26229
Engenharia Mecânica	75,97%	0	0,245175	0,754825	0
Engenharia Nuclear	100,00%	0	0,948139	0,051861	0
Engenharia Química	100,00%	0	0	1	0
Engenharia Oceânica	53,08%	0,313398	0,556927	0,03573	0,093945
E. de Sistemas e Computação	77,78%	0	0,880116	0,119884	0
Engenharia de Produção	100,00%	0	1	0	0
Planejamento Energético	98,24%	0,397995	0,50754	0	0,094465
Engenharia de Transportes	99,22%	0,333351	0,666649	0	0

A análise da Tabela 3 possibilita a compreensão do funcionamento dos modelos básicos sem restrições aos pesos. Todas as DMUs, com exceção da DMU Engenharia Oceânica – que teve pesos alocados a todos os fatores – tiveram pelo menos uma das variáveis ignoradas pelo modelo no cálculo de eficiência. No caso da DMU Engenharia de Produção, o modelo alocou peso a apenas um dos *outputs* (a variável **NumTes**) e ignorou

todos os outros *outputs* na medição de eficiência (alocando a eles pesos zero). O mesmo ocorreu com outras 6 DMUs (Ciência dos Alimentos, Estatística, Física, Engenharia Biomédica, Engenharia Civil e Engenharia Química). Esses *outputs* únicos que receberam pesos são fatores nos quais as DMUs têm bom desempenho.

Pode-se notar, observando a tabela, que 4 DMUs (Geografia, Geologia, Matemática Aplicada e Matemática) obtiveram eficiência máxima ignorando todas as variáveis de *outputs* e alocando valor 1 ao intercepto.

III.3.5 Alvos para as DMUs ineficientes

Uma outra poderosa potencialidade de DEA é a indicação dos “alvos” em *inputs* e *outputs* que as DMUs ineficientes devem atingir no sentido de ingressarem na fronteira de eficiência. Conforme já foi ressaltado, esses alvos são determinados através de uma combinação linear dos *inputs* e *outputs* das DMUs do conjunto de referência da DMU ineficiente (*benchmarks*).

Quando trabalhamos com modelos orientados a *input*, esses alvos também podem ser calculados através da diminuição radial – equiproporcional de todos os *inputs* (multiplicados por um valor que é exatamente o seu *score* de eficiência calculado pelo modelo do envelope, dual ao modelo dos multiplicadores) e posterior eliminação das folgas – *Slacks* - que ainda permaneçam nas variáveis. No caso dos *outputs*, os alvos podem ser atingidos somando-se os valores atualmente atingidos por cada uma das variáveis com os *Slacks* que o modelo determine que existam em cada uma delas.

Vale lembrar que neste trabalho, os alvos não são apresentados necessariamente com a intenção de funcionarem como patamares a serem perseguidos pelos programas, e sim com o intuito de fornecer uma referência complementar à medição de eficiência. Os alvos são informações adicionais que complementam o estudo das eficiências relativas, mas podem funcionar para os coordenadores como um indício do quão eficientemente (ou ineficientemente) os programas sob seu comando estão operando, e quais as áreas às quais esses programas devem dedicar maior atenção, no sentido de melhorar seu desempenho.

Na Tabela 4, mostrada abaixo, estão exibidos os valores-alvo que as DMUs ineficientes devem obter a fim de ingressarem na fronteira Pareto-Koopmans eficiente. Se

para algumas DMUs os valores-alvo de determinadas variáveis são os mesmos valores que essas DMUs atualmente apresentam, isto significa que, especificamente nestas variáveis, estas DMUs já atingem os montantes que devem apresentar, a fim de entrarem na fronteira de eficiência. É o caso, por exemplo, da DMU Engenharia Oceânica, que já apresenta em todos os seus *outputs* os valores necessários para entrar na fronteira (valores-alvo iguais aos valores atuais).

Tabela 4 – Valores-alvo das variáveis, para as DMUs ingressarem na fronteira Pareto-Koopmans eficiente

DMUs	Alvos-BCC						
	Score	NumDoc	NumPesq	NumCred	NumTes	ProdInt	ProdNac
Bioquímica	62,32%	11,22	0,22	50,00	15,00	11,76	0,48
Ciências dos Alimentos	100,00%	-	-	-	-	-	-
Estatística	100,00%	-	-	-	-	-	-
Física	100,00%	-	-	-	-	-	-
Físico-Química	100,00%	-	-	-	-	-	-
Geografia	100,00%	-	-	51,24	45,12	21,91	3,12
Geologia	100,00%	25,95	-	-	35,41	20,14	3,88
Informática	53,97%	13,49	0,85	32,03	33,00	11,38	1,60
Matemática	100,00%	-	-	63,98	32,25	-	3,97
Matemática Aplicada	100,00%	-	-	-	-	-	-
Química Inorgânica	86,73%	12,14	2,10	50,29	8,24	44,00	1,20
Química Orgânica	100,00%	-	-	-	-	-	-
Engenharia Biomédica	100,00%	-	-	-	-	-	-
Engenharia Civil	100,00%	-	-	-	-	-	-
E. Metalúrgica e de Materiais	100,00%	-	-	-	-	-	-
Engenharia Elétrica	100,00%	-	-	-	-	-	-
Engenharia Mecânica	75,97%	18,23	0,76	52,56	23,00	48,50	1,30
Engenharia Nuclear	100,00%	-	-	-	-	-	-
Engenharia Química	100,00%	-	-	-	-	-	-
Engenharia Oceânica	53,08%	12,74	0,42	66,00	21,00	16,00	1,50
E. de Sistemas e Computação	77,78%	26,45	0,78	56,38	49,00	28,00	2,07
Engenharia de Produção	100,00%	-	-	-	-	-	-
Planejamento Energético	98,24%	12,77	0,39	78,00	19,00	17,18	1,50
Engenharia de Transportes	99,22%	13,89	0,84	78,00	28,00	18,28	1,28

É muito importante ressaltar os casos das DMUs Geografia, Matemática e Geologia, que apresentam *score* máximo (100 % de eficiência), mas apresentam valores-alvo diferentes de seus valores atualmente apresentados em determinadas variáveis. Segundo Cooper *et al.* (2000), isso significa que essas DMUs atingiram a eficiência técnica (ou eficiência radial, ou eficiência fraca), ou seja, o modelo BCC concedeu a elas o *score* máximo, mas elas apresentam folgas (*Slacks*) em determinadas variáveis, que precisam ser

eliminadas para que a DMU ingresse na fronteira Pareto-Koopmans eficiente. A eliminação dessas folgas alteraria a proporção com que essas DMUs consomem recursos e produzem resultados. Ainda é possível, para essas DMUs, uma alteração nos valores dos fatores que apresentam folga, sem que isso implique em piora dos outros fatores. Em outras palavras, essas DMUs estão na fronteira de eficiência, mas não estão numa região da fronteira Pareto-Koopmans eficiente.

Segundo LINS e MEZA (2000) , isso também significa que essas DMUs estão numa região da fronteira que é paralela aos eixos correspondentes às variáveis nas quais as DMUs apresentam folga (região Pareto-Koopmans não eficiente, ou seja, ainda é possível uma melhora nos valores dessas variáveis, sem uma conseqüente piora nas outras variáveis). Tal explicação geométrica também vale para as DMUs apontadas como não eficientes: a projeção dessas DMUs na fronteira, através da redução equiproporcional de todos os *inputs* (já que estamos trabalhando com um modelo orientado a *input*), as posiciona numa região da fronteira paralela a alguns dos eixos, e não elimina as ineficiências que ainda podem permanecer nas variáveis, mesmo depois da projeção radial. Essas ineficiências são as chamadas “ineficiências do mix” (citadas na seção II.1.6), pois suas eliminações alteram a proporção nos quais *inputs* são consumidos e *outputs* são produzidos, por parte das DMUs que as apresentem.

As células da tabela com traço representam variáveis que não apresentam folga. Como se pode observar da tabela, é o caso da DMU Engenharia de Produção.

III.4 APLICAÇÃO DO MODELO BCC – COM RESTRIÇÕES AOS PESOS

Nessa seção faremos uso do modelo BCC, aplicado à mesma base de dados, mas desta vez incorporando restrições aos pesos conferidos pelos modelos às variáveis, utilizando a informação disponível com relação à importância relativa dos fatores. Como pôde ser observado na seção anterior do trabalho, a aplicação dos modelos básicos sem a ferramenta da restrição aos pesos, na busca pela maximização da eficiência das DMUs, pode fazer com que determinadas variáveis sejam ignoradas na aferição de desempenho (com o modelo alocando a elas pesos zero), ou que a importância relativa das variáveis,

definida através dos multiplicadores a elas alocados, possa contrariar a opinião de experts e decision-makers.

III.4.1 Restrições adicionadas

As restrições aos pesos serão incluídas no modelo através das Regiões de Segurança, método Cone Ratio, que estabelece restrições à magnitude relativa dos pesos para variáveis específicas, e reflete a taxa marginal de substituição para essas variáveis (LINS e MEZA, 2000).

As restrições adicionadas ao modelo são as seguintes:

- 1) O peso atribuído a Artigos Internacionais deve ser maior ou igual ao peso atribuído a Número de Teses Defendidas, ou seja, $\mathbf{ProdInt} \geq \mathbf{NumTes}$. Levando-se em conta os pesos utilizados no cálculo da variável $\mathbf{ProdInt}$, essa restrição pode ser interpretada da seguinte forma: uma publicação internacional C deve valer mais do que uma tese, e uma publicação internacional A deve valer duas vezes mais que uma tese;
- 2) O peso atribuído a Número de Teses Defendidas deve ser maior ou igual ao peso atribuído a Artigos Nacionais, ou seja, $\mathbf{NumTes} \geq \mathbf{ProdNac}$. Observando-se os pesos utilizados no cálculo da variável $\mathbf{ProdNac}$, pode-se interpretar essa restrição da seguinte forma: uma tese deve ser equivalente a 0,8 vezes uma publicação nacional A;
- 3) O peso atribuído a Número de Pesquisadores deve variar entre 5 a 10 % do peso atribuído a Número de Docentes, ou seja, $0,05 \leq (\mathbf{NumPesq}/\mathbf{NumDoc}) \leq 0,1$;
- 4) O peso atribuído a Número de Teses Defendidas deve ser maior ou igual ao peso atribuído a Número de Créditos Necessários à Titulação, ou seja, $\mathbf{NumTes} \geq \mathbf{NumCred}$;

Como na seção anterior do trabalho, o software utilizado para a medição de eficiência foi o ILOG OPL Studio.

III.4.2 Resultados do modelo BCC – com restrições aos pesos

Ao rodarmos o modelo BCC, aplicado à mesma base de dados, e incorporando as restrições acima descritas, obtemos os seguintes resultados, expostos na Tabela 5 (confrontados com os *scores* obtidos na medição anterior, sem a introdução das Regiões de Segurança):

Tabela 5 – *scores* das DMUS, incorporadas as restrições aos pesos

DMU	<i>Score</i>	<i>Score</i> anterior
Bioquímica	54,98%	62,32%
Ciências dos Alimentos	84,24%	100,00%
Estatística	100,00%	100,00%
Física	100,00%	100,00%
Físico-Química	100,00%	100,00%
Geografia	32,52%	100,00%
Geologia	40,91%	100,00%
Informática	40,80%	53,97%
Matemática	50,02%	100,00 %
Matemática Aplicada	100,00%	100,00%
Química Inorgânica	80,87%	86,73%
Química Orgânica	100,00%	100,00%
Engenharia Biomédica	87,18%	100,00%
Engenharia Civil	32,98%	100,00%
E. Metalúrgica e de Materiais	85,18%	100,00%
Engenharia Elétrica	64,00%	100,00%
Engenharia Mecânica	57,85%	75,97%
Engenharia Nuclear	98,92%	100,00%
Engenharia Química	100,00%	100,00%
Engenharia Oceânica	45,75%	53,08%
E. de Sistemas e Computação	42,77%	77,78%
Engenharia de Produção	100,00%	100,00%
Planejamento Energético	82,99%	98,24%
Engenharia de Transportes	78,23%	99,22%

III.4.3 Análise dos resultados

Observando-se a Tabela 5, pode-se perceber que a DMU Engenharia de Produção, que já havia obtido o *score* máximo na medição anterior (sem as restrições aos pesos), obteve o mesmo resultado, quando ao modelo BCC são incluídas as Regiões de Segurança. Outras 6 DMUs também mantiveram sua condição de eficientes, na segunda medição:

Estatística, Física, Físico-Química, Matemática Aplicada, Química Orgânica e Engenharia Química. Todas as demais DMUs apresentaram redução de seus *scores*, o que já era esperado, pois a incorporação de restrições aos pesos nos modelos básicos reduz os índices de eficiência das unidades.

Com a redução dos índices, a eficiência média foi de 73 %. Os *scores* de eficiência variaram de 32,52 % a 100 %.

Algumas DMUs que receberam índice de eficiência 100 % na medição anterior, nesta apareceram como ineficientes, embora sem apresentarem uma piora drástica em suas performances, obtendo altos índices: Ciência dos Alimentos (84,24 %), Engenharia Biomédica (87,18 %), Engenharia Metalúrgica e de Materiais (85, 18%) e Engenharia Nuclear (98,92 %). 5 DMUs, entretanto, não só deixaram de ser consideradas eficientes pelo modelo, como também apresentaram drástica redução em seus *scores*: Geografia (32,52 %), Geologia (40,91 %), Matemática (50, 02 %), Engenharia Civil (32, 98 %) e Engenharia Elétrica (64,00 %).

III.4.4 Análise dos *outputs* virtuais

Mais uma vez, a análise dos *outputs* virtuais permite que se compreenda o funcionamento da metodologia DEA e que se investigue os motivos pelos quais determinadas DMUs apresentaram reduções tão significativas em seus *scores* e outras, não apresentaram reduções. A Tabela 6 é similar à Tabela 3, só que agora apresentando a participação relativa de cada *output* virtual no *score* de eficiência das DMUs, quando ao modelo são acrescentadas as restrições aos pesos. Nesta tabela, são incluídas ainda duas colunas: uma, que informa o somatório dos *slacks* que as DMUs apresentam em seus fatores de *input* e *output*, e outra que informa a distância euclidiana (D.E.) entre o ponto de projeção das DMUs (e seu posicionamento na fronteira) e seu novo ponto de projeção, após a eliminação dos *slacks* existentes nas variáveis. Importante ressaltar que ambas as colunas referem-se aos *slacks* relativos à primeira medição de eficiência, sem a incorporação das restrições aos pesos.

Tabela 6: *outputs* virtuais, somatório dos *slacks* e distância euclidiana

DMUs	Score	NumCred	NumTes	ProdInt	ProdNac	Σ Slacks	DE
Bioquímica	54,98%	0,769231	0,230769	0	0	21,99674	15,28756

Ciências dos Alimentos	84,24%	0,342599	0,137741	0,519659	0	0	0
Estatística	100,00%	0,796537	0,051948	0,151515	0	0	0
Física	100,00%	0	0	1	0	0	0
Físico-Química	100,00%	0,349479	0,041937	0,608584	0	0	0
Geografia	32,52%	0,327406	0,625669	0,046925	0	28,18235	19,84651
Geologia	40,91%	0,395002	0,419922	0,14775	0,037326	21,57027	13,67646
Informática	40,80%	0	0,833333	0,126263	0,040404	28,66813	17,56418
Matemática	50,02%	0,320659	0,080165	0,599176	0	25,20695	18,14425
Matemática Aplicada	100,00%	0,531646	0,303797	0,164557	0	0	0
Química Inorgânica	80,87%	0,349393	0,097836	0,538096	0,014675	6,239261	5,717038
Química Orgânica	100,00%	0	0	1	0	0	0
Engenharia Biomédica	87,18%	0,481699	0,250215	0,208512	0,059575	0	0
Engenharia Civil	32,98%	0	0,698198	0,281532	0,02027	0	0
E. Metalúrgica e de Materiais	85,18%	0	0,231997	0,703288	0,064715	0	0
Engenharia Elétrica	64,00%	0,352354	0,176177	0,447445	0,024024	0	0
Engenharia Mecânica	57,85%	0	0,321678	0,678322	0	11,66132	10,6167
Engenharia Nuclear	98,92%	0,449313	0,196674	0,344179	0,009834	0	0
Engenharia Química	100,00%	0	0	1	0	0	0
Engenharia Oceânica	45,75%	0,459119	0,295026	0,224782	0,021073	1,171111	1,171111
E. de Sistemas e Computação	42,77%	0	0,636364	0,363636	0	18,45357	16,51474
Engenharia de Produção	100,00%	0,264569	0,529138	0,179836	0,026457	0	0
Planejamento Energético	82,99%	0,602121	0,296459	0,078015	0,023405	13,75788	12,28155
Engenharia de Transportes	78,23%	0,559524	0,411111	0,029365	0	17,50581	16,31451

De imediato, pode-se notar que, comparando-se as duas tabelas, a incorporação das restrições aos pesos provocou uma melhor distribuição dos pesos aplicados às variáveis, com uma significativa redução no número de fatores que receberam pesos zero. Isso não evitou, entretanto, que na maioria dos casos pelo menos uma das variáveis fosse ignorada por completo na medição de eficiência. Nos casos específicos das DMUs Física, Química Orgânica e Engenharia Química, o modelo considerou apenas a variável **ProdInt** para determinar as DMUs como eficientes, aplicando pesos zero às outras variáveis. Isso já ocorrera com as DMUs Física e Engenharia Química na medição anterior, mas não com a DMU Química Orgânica, que havia apresentado uma melhor distribuição dos multiplicadores no modelo sem restrições aos pesos.

Passando à análise das DMUs citadas na seção anterior (como tendo apresentado grande diminuição de seus *scores*), a observação das Tabelas 5 e 6 leva às seguintes conclusões acerca da diminuição dos *scores*:

- 1) As DMUs Geografia, Geologia e Matemática haviam sido retornadas como eficientes na primeira medição porque o modelo aplicara pesos zero a todas as

variáveis de *outputs* e aplicara valor 1 ao intercepto, resultando portanto no *score* de 100 %. Uma melhor distribuição dos pesos diminuiu drasticamente seus *scores*, demonstrando que as eficiências retornadas pela medição anterior eram “falsas”. Isso também pode ser comprovado ao se observar o somatório de *Slacks* e a distância euclidiana entre os pontos na fronteira Pareto-ineficiente nos quais as DMUs estão posicionadas e os novos pontos na fronteira nos quais elas são alocadas, após a eliminação dos *slacks*. A grande quantidade de *slacks* (comparada ao somatório das demais) e a grande distância euclidiana comprovam que essas DMUs, na realidade, não eram eficientes, sendo apenas consideradas eficientes pela alocação de pesos zero à todas as variáveis de *outputs*. Isso explicaria a drástica redução de seus *scores*, entre uma medição e outra;

- 2) As DMUs Engenharia Elétrica e Civil são casos nos quais a redistribuição dos pesos reduziu seus *scores* de eficiência 100 %, obtidos por uma grande ênfase, por parte do modelo, nas variáveis nas quais estas DMUs tinham bom desempenho. Na medição anterior, Engenharia Civil havia sido retornada como eficiente através da aplicação de peso apenas na variável **NumTes** (ver Tabela 3), na qual a DMU tem bom desempenho. A redistribuição dos pesos resultou na diminuição de seu *score*. É o mesmo caso da DMU Engenharia Elétrica, que recebera grande ênfase na variável **ProdInt** (ver Tabela 3). Observando-se a Tabela 6, observa-se que a ênfase (peso) aplicada a esta variável diminuiu bastante, com as restrições aos pesos, e a redistribuição destes resultou na diminuição de seu *score*.

Deve-se ressaltar os casos das DMUs Bioquímica e Informática, que apesar de apresentarem um grande somatório de *Slacks* e uma grande distância euclidiana (comparativamente às demais), não apresentaram drástica redução de seus *scores*. Tal fato sugere que a influência dos *slacks* e da distância euclidiana nos *scores* de eficiência deve ser objeto de futuras pesquisas.

III.5 CÁLCULO DOS ÍNDICES DE EFICIÊNCIA SBM

Nessa seção, faremos uso das fórmulas SBM que apresentamos na seção II.2.2. COOPER *et al.* (2000) lembram que, quando não se possui certeza a respeito das características das fronteiras de produção de uma dada tecnologia, é importante que se calcule diferentes índices de eficiência DEA., segundo diferentes modelos, com o objetivo de se comparar os resultados de um e de outro e assim ter uma visão mais completa e abrangente das eficiências das unidades.

No nosso caso, as eficiências SBM foram escolhidas porque, no seu cálculo do índice de eficiência, incorpora os *slacks* individuais de cada *input* e *output* (na formulação não-orientada do modelo), o que soluciona uma limitação dos modelos DEA clássicos CCR e BCC, cujos *scores* de eficiência representam a projeção radial/equiproporcional das DMUs na fronteira, sem levar em conta os *slacks* que possam permanecer nas variáveis, mesmo depois da redução (expansão) equiproporcional dos *inputs* (*outputs*), quando a orientação é a *input* (*output*).

Com o intuito de tornar a medição de eficiências dos Programas mais abrangente, faremos uso de duas fórmulas SBM – a orientada a *input* (por uma questão de coerência, pois neste trabalho a formulação utilizada do modelo clássico BCC foi a orientada a *input*), utilizando a fórmula (II.32), e a não-orientada, calculada através da fórmula (II.28), para que o índice de eficiência seja medido levando-se em conta também os *slacks* dos *outputs*.

Pode-se provar que a fórmula (II.28) é equivalente à função objetivo da Medida de Russell Não-Orientada Melhorada:

$$\text{Min } \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \theta_i}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \phi_r} \quad (\text{III.1})$$

Onde θ_i é a razão entre o ponto de projeção do *input* i na fronteira Pareto-Koopmans eficiente (ou seja, a combinação linear dos *inputs* i das DMUs do conjunto de referência) e o valor observado do *input* i , e ϕ_r a razão entre o ponto de projeção do *output*

r na fronteira Pareto-Koopmans eficiente e o valor observado do *input* r. Assim, comprova-se que o índice de eficiência SBM pode ser obtido a partir dos valores do conjunto de referência da DMU, o que atende a uma das propriedades desejáveis do modelo SBM, apresentadas na Seção II.2.2.

O mesmo ocorre com o índice de eficiência SBM orientado a *input*, que pode ser calculado considerando-se apenas o numerador da fórmula (III.1).

Os valores observados dos *inputs* e dos *outputs* das DMUs serão os mesmos utilizados ao longo de todo o trabalho (apresentados na Tabela 1). Os valores de projeção na fronteira Pareto-Koopmans eficiente serão os obtidos ao se rodar o modelo BCC, sem restrições aos pesos, com os valores da Tabela 1.

Os índices de eficiência SBM não-orientada e SBM orientada a *input* estão na Tabela 7, exibida abaixo, junto com os índices obtidos com o modelo BCC, com e sem as Regiões de Segurança (*Assurance Regions – AR*) :

Tabela 7: Índices de Eficiência (BCC com e sem restrições aos pesos e SBM não-orientado e orientado a *input*)

DMUs	BCC	BCC - AR	SBM	SBM- <i>Input</i>
Bioquímica	62,32%	54,98%	0,00%	31,85%
Ciências dos Alimentos	100,00%	84,24%	100,00%	100,00%
Estatística	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Física	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Físico-Química	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Geografia	100,00%	32,52%	15,96%	100,00%
Geologia	100,00%	40,91%	64,85%	98,06%
Informática	53,97%	40,80%	20,32%	28,50%
Matemática	100,00%	50,02%	0,01%	100,00%
Matemática Aplicada	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Química Inorgânica	86,73%	80,87%	54,54%	55,02%
Química Orgânica	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Engenharia Biomédica	100,00%	87,18%	100,00%	100,00%
Engenharia Civil	100,00%	32,98%	100,00%	100,00%
E. Metalúrgica e de Materiais	100,00%	85,18%	100,00%	100,00%
Engenharia Elétrica	100,00%	64,00%	100,00%	100,00%
Engenharia Mecânica	75,97%	57,85%	31,17%	75,97%
Engenharia Nuclear	100,00%	98,92%	100,00%	100,00%

Engenharia Química	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Engenharia Oceânica	53,08%	45,75%	33,54%	33,54%
E. de Sistemas e Computação	77,78%	42,77%	0,02%	77,78%
Engenharia de Produção	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Planejamento Energético	98,24%	82,99%	36,59%	58,87%
Engenharia de Transportes	99,22%	78,23%	20,89%	91,61%

III.5.1 Análise dos Resultados

De imediato, observando-se os resultados da Tabela 7, percebe-se uma maior amplitude dos resultados, comparativamente aos resultados obtidos com o modelo BCC, com e sem restrições aos pesos. Observaram-se, tanto DMUs com índices de eficiência muito próximas de zero (Bioquímica, Matemática, Engenharia de Sistemas e Computação), como DMUs com índices de eficiência máxima (Ciência dos Alimentos, Estatística, Física, Físico-Química, Matemática Aplicada, Química Orgânica, Engenharia Biomédica, Engenharia Civil, Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Engenharia Elétrica, Engenharia Nuclear, Engenharia Química, Engenharia de Produção), no caso dos índices SBM não-orientados. Essa grande amplitude resultou num índice médio de 65,74 %.

No caso dos índices SBM orientado a *input*, a amplitude dos *scores* foi menor, variando de 28,50 % (Informática) até 100 % (Ciência dos Alimentos, Estatística, Física, Físico-Química, Geografia, Matemática, Matemática Aplicada, Química Orgânica, Engenharia Biomédica, Engenharia Civil, Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Engenharia Elétrica, Engenharia Nuclear, Engenharia Química e Engenharia de Produção). Essa menor amplitude resultou num índice médio maior do que o obtido com os índices SBM não-orientados: 85,74 %.

O Programa de Engenharia de Produção, tal como ocorrera nos modelos BCC sem e com restrições aos pesos, obteve o *score* máximo de eficiência nos índices SBM, não-orientado e orientado a *input*.

7 DMUs apresentaram *score* de 100 % nas 4 medições de eficiência: Estatística, Física, Físico-Química, Matemática Aplicada, Química Orgânica, Engenharia Química e Engenharia de Produção. Observando-se a Tabela 6, percebe-se que são exatamente as

DMUs que obtiveram índice máximo de eficiência nas duas medições utilizando o modelo BCC e que não possuem *slacks* em suas variáveis, ou seja, que estão posicionadas sobre a fronteira Pareto-Koopmans eficiente. Essa ausência de *slacks*, tanto nas variáveis de *input* quanto nas de *output*, fez com que os valores projetados e observados das variáveis dessas DMUs fossem idênticos, o que explica os índices SBM máximos obtidos por estas unidades.

7 DMUs apresentaram índices SBM não-orientado e orientado a *input* muito discrepantes entre si: Bioquímica, Geografia, Geologia, Matemática, Engenharia Mecânica, Engenharia de Sistemas e Computação e Engenharia de Transportes. Destas 7 DMUs, 2 (Geografia e Matemática) obtiveram o *score* máximo no índice SBM orientado a *input*, e apresentaram drástica redução destes *scores* no índice SBM não-orientado. Essa significativa redução se deve ao fato de que essas DMUs concentram seus *slacks*, principalmente, nas variáveis de *output*. Particularmente, no caso da DMU Matemática (que baixou de um *score* 100 % no índice SBM orientado a *input* para um *score* muito próximo de zero, no índice SBM não-orientado), os *slacks* que a unidade possui se concentram totalmente nas variáveis de *output*. Além disso, esta DMU é a que apresenta um dos maiores somatórios de *slacks* (ver sétima coluna da Tabela 6). A razão da redução dos *scores* dos índices SBM não-orientado em relação aos índices SBM orientado a *input* é que este último considera apenas os *slacks* existentes nas variáveis de *input*, não considerando os *Slacks* nas variáveis de *outputs*.

Todas as unidades obtiveram índices SBM (não-orientado e orientado a *input*) não maiores que seus índices BCC sem restrições aos pesos, o que era esperado, pois o índice de eficiência BCC orientado a *input* não leva em conta os *Slacks* presentes nas variáveis, e sim a possibilidade de redução radial/equiproporcional de seus *inputs*.

III.6 CONCLUSÕES SOBRE O DESEMPENHO DO PROGRAMA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Avaliando-se os resultados da aplicação da metodologia DEA ao universo de 24 Programas de Pós-Graduação da UFRJ (resumidos na Tabela 7), conclui-se que o Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ apresentou excelente desempenho. Nas 4

medições de eficiência realizadas (modelo BCC, com e sem restrições aos pesos, e índices SBM, não-orientado e orientado a *input*) o Programa obteve o *score* máximo de eficiência (100 %), comparativamente aos demais Programas do universo de análise. Seu desempenho pode ser considerado excelente não apenas pelos índices de eficiência, mas também porque, na primeira medição de eficiência (modelo BCC, sem Regiões de Segurança – Seção III.3) foi a DMU que mais apareceu como *benchmark* para DMUs ineficientes (7 vezes), como pode ser observado na Tabela 2.

Nesta primeira medição de eficiência percebe-se, observando-se a Tabela 3, que a DMU Engenharia de Produção obteve o índice máximo com o modelo alocando peso a apenas uma das variáveis de *output* (Número de Teses Defendidas no Período – **NumTes**), ignorando todas as demais variáveis. Tal fato poderia levar à conclusão de que o Programa foi considerado eficiente mais por conta de uma favorável escolha de pesos do que propriamente por um bom desempenho de suas atividades acadêmicas no ano-base escolhido.

Entretanto, pode-se notar, observando-se a Tabela 5, que na segunda medição de eficiência (modelo BCC com restrições aos pesos – Seção III.4) o Programa de Engenharia de Produção voltou a obter o índice 100 %, mas desta vez com o modelo considerando todas as variáveis de *outputs*, ou seja, alocando pesos a todas elas. Tal fato impede que se suspeite que a eficiência máxima obtida pelo Programa é (totalmente, ou em grande parte) devido a uma judiciosa escolha de pesos por parte do modelo.

A inexistência de *slacks* nas variáveis de *input* e *output* (como pode ser aferido observando-se a sétima coluna da Tabela 6) prova que a DMU Programa de Engenharia de Produção está posicionada numa região da fronteira Pareto-Koopmans eficiente, ou seja, não é possível melhorar algum fator sem que se piore o outro. Essa ausência de *slacks* fez com que a DMU também obtivesse *score* de 100 % nos dois índices SBM (não-orientado e orientado a *input*), já que estes índices podem ser calculados com base numa relação entre valores projetados e valores observados, para cada um dos fatores.

CAPÍTULO IV. AVALIAÇÃO QUALITATIVA POR MEIO DA PESQUISA SOCIAL

Nesta etapa do trabalho, apresentamos a parte qualitativa da avaliação do ensino de Engenharia de Produção na UFRJ. Como já ressaltado, a análise qualitativa é realizada com o intuito de complementar a avaliação quantitativa (construída através do uso da metodologia *Data Envelopment Analysis*), medindo certos aspectos, atributos e características que uma análise baseada em programação matemática – ou seja, considerando variáveis mensuráveis numericamente – não é capaz de alcançar.

A análise descrita na etapa anterior do trabalho tinha como objetivo medir a eficiência do objeto de estudo, no sentido produtivo do termo (isto é, confrontando variáveis que expressem recursos investidos, com outras que representem os resultados obtidos) através de dados relacionados às atividades acadêmicas do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ, comparando este com outros 23 Programas de Pós-Graduação da mesma Universidade, sendo portanto uma medição de performance relativa.

Nesta etapa, o enfoque utilizado é diferente, na medida em que a avaliação não mais é construída para se obter um índice de eficiência global, no sentido produtivo do termo e baseado nos rigores da programação matemática, mas sim, elaborada com o intuito de se fazer certas inferências e produzir uma reflexão a respeito do desempenho do ensino de Engenharia de Produção na UFRJ (focando agora o curso de graduação) sob outro ângulo e utilizando-se de outra metodologia. O “desempenho” medido aqui não é relacionado a conceitos de produtividade e eficiência, e sim a determinados aspectos do ensino que não podem ser mensuráveis (ou pelo menos, não de forma satisfatória) e para os quais não há dados disponíveis ou padronizados e que, portanto, precisam ser obtidos.

A qualidade do ensino de Engenharia de Produção da UFRJ é avaliada sob o enfoque de certos aspectos sociais na formação do engenheiro, que foram escolhidos por serem por nós considerados como essenciais a partir de um referencial teórico e bibliográfico e porque são pertinentes no contexto dos debates atuais sobre a questão da inclusão da dimensão humana e social nos cursos de Engenharia. Como esses atributos

precisam ser determinados, por serem de caráter essencialmente qualitativo e não estarem disponíveis de maneira formal e padronizada (como no caso dos Programas de Pós-Graduação), essa avaliação é então realizada de forma indireta. No caso, através do ponto de vista dos alunos da amostra escolhida a respeito da profissão que escolheram e de conceitos como consciência social e o papel do Engenheiro de Produção na sociedade. Daí é feita a opção pela realização de uma pesquisa. Visa-se chegar, a partir desses pontos de vista, a uma reflexão a respeito do curso de graduação de Engenharia de Produção e a identificação de possíveis indícios a respeito do atingimento de determinados objetivos e diretrizes do ensino, por nós consideradas indispensáveis.

A mudança do objeto de estudo para a avaliação qualitativa (da pós-graduação para a graduação) foi feita no sentido de se obter uma ampla visão do ensino de Engenharia de Produção da UFRJ, abrangendo todos os níveis. A avaliação qualitativa tem como objetivo tentar trazer para a análise quantitativa certas características e variáveis que não podem ser medidas e determinadas de maneira objetiva, ou seja, realizar um estudo sobre o ensino de Engenharia de Produção da UFRJ utilizando-se de duas abordagens distintas e complementares.

A escolha de um novo objeto de estudo também se deveu ao fato de que não podem ser encontrados de maneira consolidada dados relativos à graduação que possam permitir uma avaliação quantitativa similar à exposta no Capítulo III deste trabalho, ao contrário da pós-graduação, cujos dados de atividades acadêmicas dos Programas são facilmente encontrados a partir do Sistema de Avaliação da Pós-Graduação que a CAPES realiza. Por outro lado, optou-se por realizar a pesquisa sobre os valores, sentimentos e motivações dos alunos da graduação (e não da pós-graduação) por dois motivos: os Programas de Pós-Graduação em geral apresentam grande heterogeneidade no que concerne às formações dos alunos que os compõem, o que acarreta uma população muito reduzida para que se investigue e tire conclusões; e além disso, julgamos mais interessante fazer inferências quanto ao grau de consciência social dos alunos da graduação por estes ainda não serem “contaminados” pela visão capitalista predominante nas grandes empresas e pela necessidade de se estabelecer num mercado de trabalho altamente competitivo, o que os faz paulatinamente desviarem o foco das preocupações sociais que um profissional da Engenharia deve ter. Consideramos, portanto, que uma avaliação a respeito do grau de

consciência social que o ensino de Engenharia de Produção da UFRJ consegue formar deveria se dar com alunos da graduação, cujas possíveis preocupações com questões sociais ainda não teriam sido diminuídas (ou mesmo esquecidas) pela inserção no mercado de trabalho.

Com o intuito de procurar maximizar a confiabilidade das ponderações feitas a partir da análise dos dados da pesquisa (levando-se em conta, sempre, as limitações encontradas), o processo de avaliação qualitativa tentou seguir todos os passos determinados na literatura consultada para que se elaborasse e realizasse um real projeto de pesquisa social. Os procedimentos aqui descritos foram adotados no intuito de se seguir determinadas regras básicas para que se tenha efetivamente um projeto de pesquisa social, ou seja, com recorte preciso do tema a ser estudado, definição de um referencial teórico que norteie a pesquisa e auxilie na compreensão dos resultados da pesquisa, escolha do processo de seleção de amostra, análise/sumarização das respostas e inferências a partir destas. Porém, esses procedimentos também foram seguidos tendo em vista certas limitações encontradas ao longo do processo (tais como tempo disponível e viabilidade), que serão explicitadas mais adiante.

Os passos para a elaboração e implementação do projeto foram aqueles descritos, principalmente, em GIL (1987), GIL (1988) e GOLDENBERG (2003), adaptados às circunstâncias nas quais a pesquisa foi realizada.

IV.1 – PASSOS DA PESQUISA

GOLDENBERG (2003) define assim o conceito de pesquisa : “Pesquisa é a construção de conhecimento original, de acordo com certas exigências científicas. É um trabalho de produção de conhecimento sistemático, não meramente repetitivo mas produtivo, que faz avançar a área de conhecimento a qual se dedica”.

Ainda segundo GOLDENBERG (2003), a realização da pesquisa deve estar vinculada a três requisitos:

- a) A existência de uma pergunta que se deseja responder;
- b) A elaboração de um conjunto de passos que permitam chegar à resposta;
- c) A indicação do grau de confiabilidade na resposta obtida.

Por sua vez, GIL (1988) define pesquisa da seguinte forma: “Pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema.”

“A pesquisa é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Na realidade, a pesquisa desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados” (GIL, 1988)

GOLDENBERG (2003) e GIL (1988) lembram que, por ser a pesquisa uma atividade sistemática, é importante que se faça um planejamento prévio dos passos e procedimentos a serem seguidos. GOLDENBERG (2003) afirma que “a construção do projeto de pesquisa é uma etapa importante e delicada da pesquisa científica. [...] O pesquisador deve ser objetivo e rigoroso ao transformar as suas boas idéias em um projeto de pesquisa.”

Entretanto, o rigor no planejamento prévio de uma pesquisa frequentemente não evita que os passos e até mesmo a metodologia escolhida (como, por exemplo, os métodos de coleta de dados e a análise destes) sejam alterados e reelaborados pelo pesquisador; ao contrário, as correntes mais recentes de pesquisa social defendem que essa reelaboração é benéfica, no sentido de que certa flexibilização no rigor dos procedimentos pode levar o pesquisador a observar detalhes e adotar enfoques com relação ao objeto de estudo que não estavam previamente imaginados, e que podem enriquecer os resultados da pesquisa e ampliar o conhecimento acerca do objeto estudado.

GOLDENBERG (2003) lembra que “nenhuma pesquisa é totalmente controlável, com início, meio e fim previsíveis. A pesquisa é um processo em que é impossível prever todas as etapas”. Ainda segundo a autora, isso é particularmente verdadeiro à medida que se adota o enfoque qualitativo nas pesquisas sociais. As correntes contemporâneas das investigações nas Ciências Sociais defendem que se permita certa flexibilização quando se segue os passos do planejamento, pois o estudo aprofundado do objeto de estudo pode levar

a que se adote novos enfoques e ângulos que não estavam previstos, em oposição às metodologias quantitativas adotadas nos primórdios dos estudos no campo social.

Os passos a serem seguidos quando se elabora e realiza um projeto de pesquisa variam de acordo com a bibliografia consultada, com o campo no qual será aplicada a pesquisa e com a evolução dos métodos e procedimentos de pesquisa em determinadas áreas do conhecimento. Como já foi anteriormente lembrado, durante muito tempo as Ciências Sociais valeram-se dos métodos de pesquisa das Ciências Naturais, que pressupunham uma completa objetividade e neutralidade na observação dos fenômenos, através de uma radical separação entre sujeito (o pesquisador) e objeto de estudo, e que tinham como objetivo principal a obtenção de leis generalizantes. Com o tempo, porém, foram sendo desenvolvidas metodologias de pesquisa próprias das Ciências Sociais, negando a aplicação dos procedimentos específicos das Ciências Naturais, em virtude da completa diferença entre os objetos de estudo de uma e de outra. Em GOLDENBERG (2003) pode-se encontrar uma descrição do surgimento e da evolução dos métodos de pesquisa próprios das Ciências Sociais.

Para GIL (1988), “não há, evidentemente regras fixas acerca da elaboração de um projeto. Sua estrutura é determinada pelo tipo de problema a ser pesquisado e também pelo estilo de seus autores”.

Levando-se em conta a atual tendência à despadronização dos passos a serem seguidos, os nossos objetivos e as limitações que se apresentaram, as etapas com que dividimos a pesquisa realizada foram os seguintes:

- 1) Definição do problema/objetivos a serem alcançados;
- 2) Objeto de estudo;
- 3) Justificativa;
- 4) Metodologia;
- 5) Análise dos dados;
- 6) Apresentação dos resultados (conclusões).

IV.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVOS;

Segundo GOLDENBERG (2003), “a boa resposta depende da boa pergunta”, ou seja, para que a pesquisa apresente bons resultados, o pesquisador deve delimitar precisamente o tema que será estudado, através do que a autora descreve como *recorte do objeto*.

Assim, a pesquisa realizada para este trabalho tem como intuito responder à seguinte pergunta:

Em que grau o curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRJ consegue formar nos alunos a consciência social e a compreensão do papel do Engenheiro de Produção para a sociedade?

Como objetivos secundários desta pesquisa, poderíamos citar:

- Traçar um perfil dos alunos pesquisados no que se refere às suas ambições profissionais e pessoais, seus sentimentos, valores e motivações e como percebem a carreira que decidiram abraçar;
- Quais possíveis fatores podem ter influência sobre suas motivações e valores;
- Que avaliação fazem do curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRJ.

IV.3 OBJETO DE ESTUDO;

Como já foi dito anteriormente, na abordagem qualitativa deste trabalho, o objeto de estudo (o ensino de Engenharia de Produção na UFRJ) seria avaliado de forma “indireta”, ou seja, através da aplicação de questionários padronizados aos alunos, com a intenção de aferir seus sentimentos, valores e emoções. Em princípio a percepção que tínhamos era a de que alunos cursando os últimos períodos do curso de graduação seriam os que já poderiam ter absorvido (ou não) a noção da consciência social e do papel do Engenheiro de Produção para a sociedade e que teriam condições de opinar sobre a capacidade do curso em despertar esses valores. Assim, a população primeiramente

definida seria composta por alunos cursando os 8^o, 9^o e 10^o períodos do curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRJ.

Durante a realização da pesquisa, porém, surgiu a idéia de se apresentar as mesmas questões a alunos cursando períodos anteriores. A intenção era a de se tentar tirar certas conclusões, observando-se as diferenças e semelhanças entre as respostas do grupo de alunos no fim do curso e as de um grupo formado por alunos de períodos anteriores, e a partir daí tentar inferir como se modificam os valores e as motivações dos alunos à medida que o curso de graduação vai chegando ao fim e os alunos, naturalmente, passam a voltar suas atenções para outras questões (como por exemplo, que direção seguir após o término do curso e a tentativa de efetivação nas empresas em que estagiam). Assim, a população da pesquisa foi expandida para incorporar alunos dos 5^o, 6^o e 7^o períodos.

IV.4 JUSTIFICATIVA;

Pelo fato de ser o Engenheiro de Produção um profissional que tem importância fundamental para a sociedade e o desenvolvimento e crescimento econômico do país, é de extrema importância que se tente aferir os objetivos e o que pensam a respeito da carreira que decidiram abraçar, os futuros Engenheiros de Produção que a UFRJ entregará à sociedade.

IV.5 – METODOLOGIA

IV.5.1. Objetivos e delineamento da pesquisa

Segundo GIL (1987; 1988) um procedimento de pesquisa pode ser categorizado a partir de duas de suas características: segundo os seus objetivos e segundo o seu delineamento. Segundo seus objetivos, uma pesquisa pode ser descrita como:

- a) Exploratória – quando visa abordar um tema pouco explorado e sobre o qual existam poucas informações ou hipóteses comprovadas. As pesquisas exploratórias visam dar uma visão geral e aproximativa acerca de um objeto de estudo pouco conhecido, e por isso, em geral são realizadas através de métodos

mais flexíveis e pouco padronizados. Com frequência, são introduções, primeiras ou novas visões acerca de um assunto que possibilitem futuros estudos e investigações mais aprofundadas;

- b) Descritiva – pesquisa através da qual intenciona-se levantar determinadas características do objeto de estudo, indo desde a verificação de atributos imediatamente identificáveis (tais como idade, sexo, grau de escolaridade, etc.) até informações de caráter mais subjetivo, tais como valores e crenças. Também são comuns pesquisas descritivas que visem descobrir associações entre determinados atributos da população, não avançando entretanto para a explicação dessas associações e sim apenas comprovando sua existência;
- c) Explicativa – na qual busca-se determinar os fatos que contribuem para a ocorrência de determinado fenômeno. São, em geral, precedidas por pesquisas descritivas ou exploratórias de um mesmo assunto. Nas Ciências Naturais as pesquisas explicativas valem-se, na maior parte das vezes, de métodos experimentais, motivo pelo qual são de difícil aplicação no âmbito das Ciências Sociais.

No entanto, nem sempre pode-se enquadrar uma pesquisa nesta ou naquela categoria, segundo seus objetivos. Uma pesquisa pode ter diferentes intenções e objetivos e por isso podem ser enquadradas em mais de uma categoria. No caso da pesquisa apresentada aqui, os objetivos que traçamos e os métodos utilizados a caracterizam como uma pesquisa descritiva, pois buscamos levantar determinados atributos do objeto de pesquisa e eventualmente estabelecer correlações entre alguns destes atributos, utilizando um método padronizado de coleta de dados (no caso, um questionário). Entretanto, certos aspectos da pesquisa podem levar a categorizá-la também como uma pesquisa exploratória, por caracterizar-se por certa flexibilidade nos procedimentos e por se propor a gerar uma reflexão introdutória sobre o tema, que auxilie a realização de futuros estudos, mais aprofundados.

O delineamento da pesquisa está relacionada à definição dos procedimentos do processo de trabalho, notadamente no que se refere à diagramação da pesquisa como um todo, indo da definição do método utilizado para a coleta de dados, até a análise e interpretação desses dados. Está relacionado também ao processo de se confrontar o marco

teórico da pesquisa (ou seja, as teorias que nortearam a pesquisa) com os dados obtidos através do contato com os pesquisados. Em particular, a etapa da pesquisa mais importante para a identificação de seu delineamento é o procedimento adotado para a coleta de dados.

O enquadramento de uma pesquisa nesta ou naquela categoria, segundo seu delineamento, varia de acordo com a literatura adotada. Adotamos aqui as categorizações citadas por GIL (1988), que define dois grandes tipos de delineamento: aqueles que se valem das chamadas fontes de “papel” (nos quais se destacam a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental) e aqueles cujos dados são fornecidos por pessoas (dentre os quais podemos citar a pesquisa experimental, a pesquisa *ex-post-facto*, o levantamento e o estudo de caso).

Porém, GIL (1987) afirma que essas categorias de delineamento não são absolutamente rígidas e, na prática, cada pesquisa tem seu próprio delineamento, que é definida pelo pesquisador a partir de vários fatores, tais como o objeto pesquisado, o grau de dificuldade na obtenção dos dados e a precisão exigida. GOLDENBERG (2003) lembra que a utilização em conjunto de diversas metodologias de pesquisa sempre enriquece a pesquisa.

As pesquisas bibliográficas e documentais não nos pareceram adequadas, por não termos conseguido encontrar material suficiente (por exemplo, pesquisas semelhantes realizadas anteriormente) que nos fornecessem informações para a compreensão do objeto de estudo. A pesquisa experimental pressuporia estabelecer relações entre variáveis e manipular uma ou mais delas, para observar a reação da população investigada. Porém, traz consigo a dificuldade de se estabelecer *a priori* estas relações entre as variáveis e por conta disso a pesquisa experimental é tida como útil apenas para situações extremamente específicas no âmbito das Ciências Sociais. Além disso, tal processo nos exigiria um tempo maior do que dispúnhamos e uma disponibilidade dos alunos estudados difícil de ser obtida. A pesquisa *ex-post-facto* difere da experimental apenas pelo fato de que analisa o impacto no objeto de estudo a partir da inclusão de uma variável ou um fato, porém não controlável.

O estudo de caso é um método muito utilizado pelas correntes mais contemporâneas de pesquisa social, que valorizam um enfoque qualitativo objetivando uma compreensão mais profunda dos objetos de pesquisa e do contexto nos quais estão

inseridos. É um método que não se caracteriza por um procedimento padronizado e sistemático de estudo, e sim por uma imersão profunda no caso escolhido, visando compreender o significado dos fatos sociais sob o ponto de vista dos próprios atores sociais, através de procedimentos como a observação participante e as entrevistas em profundidade. Mais uma vez, as nossas limitações referentes a tempo hábil e disponibilidade dos alunos para participarem de uma pesquisa com alto grau de precisão (lembrando que a maioria dos alunos pesquisados já fazem estágio, alguns já efetivados em suas empresas e portanto torna-se muito difícil entrevistá-los seguidamente) nos levaram a descartar esse método. Portanto, a escolha foi feita naturalmente pelo levantamento (também conhecido como *survey*).

Segundo GIL (1987), levantamentos “se caracterizam pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. Basicamente, procede-se à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado [...]”.

IV.5.2 O instrumento de coleta de dados

Os dois tipos mais comuns de instrumentos de coleta de dados num levantamento são a entrevista e o questionário. A diferença fundamental entre ambos é que o segundo apresenta uma maior rigidez, pois um mesmo conjunto de perguntas, na mesma ordem, é apresentado aos pesquisados. Há entrevistas em que são formuladas as mesmas perguntas para todos os pesquisados, diferindo portanto do questionário apenas pelo fato de que as respostas são proferidas verbalmente, e não escritas. Mas pesquisas mais abertas, nas quais não há um procedimento rígido de interpelação dos pesquisados e estes são mais livres para expor suas opiniões, crenças, atitudes, etc., são comuns, o que torna a pesquisa mais rica em termos de compreensão do objeto de estudo, mas por outro lado torna a análise das respostas mais difícil e trabalhosa. Tendo em vista essas questões e a dificuldade de se reunir um conjunto considerável de alunos dispostos a dar entrevistas longas, optou-se pelo uso do questionário.

GOLDENBERG (2003) enumera as vantagens e desvantagens do questionário:

- *Vantagens*

- 1) É menos dispendioso;

- 2) Exige menor habilidade para a aplicação;
 - 3) Pode ser enviado pelo correio ou entregue em mão;
 - 4) Pode ser aplicado a um grande número de pessoas ao mesmo tempo;
 - 5) As frases padronizadas garantem maior uniformidade para a mensuração;
 - 6) Os pesquisadores se sentem mais livres para exprimir opiniões que temem ser desaprovadas ou que poderiam colocá-los em dificuldade;
 - 7) Menor pressão para uma resposta imediata, o pesquisado pode pensar com calma.
- *Desvantagens*
 - 1) Tem um índice baixo de resposta;
 - 2) A estrutura rígida impede a expressão de sentimentos;
 - 3) Exige habilidade para ler e escrever e disponibilidade para responder.

O questionário utilizado na pesquisa é composto por duas partes. A primeira parte busca levantar dados sócio-econômicos dos alunos, e a segunda objetiva conhecer os valores, sentimentos e opiniões dos pesquisados acerca do tema estudado. Esta última é composta por 11 questões, sendo que 5 delas são do tipo fechadas (nas quais todas as respostas possíveis são fixadas de antemão, ou seja, perguntas de múltipla escolha), 2 são do tipo abertas (nas quais os pesquisados respondem livremente, com suas próprias palavras e sem restrição) e 4 são do tipo duplas (que reúnem uma pergunta fechada e outra aberta, esta última utilizada para complementar a resposta da primeira). A primeira parte é composta por 10 perguntas, sendo a maioria do tipo dupla (oferecem opções de resposta aos alunos, mas pedem um complemento) e requerem respostas mais rápidas e curtas. A versão final do questionário está no Apêndice deste trabalho. Essa primeira parte foi elaborada com o propósito de traçar um perfil dos alunos entrevistados e de se utilizar as respostas dadas à ela para ajudar a atingir os objetivos da pesquisa.

A inclusão das perguntas duplas e abertas tinha como objetivo minimizar a rigidez que o questionário impõe às respostas (tal como foi assinalado acima, quando citamos as desvantagens do questionário) e permitir ao pesquisado expressar-se com suas próprias palavras acerca de determinados temas (por exemplo, a questão 11, que pergunta ao aluno o que ele pretende realizar em sua vida, não poderia ser fechada, pois a gama de respostas

é por demais ampla para que se possa estabelecer todas as opções possíveis). Inclusive com relação às perguntas fechadas, pediu-se aos alunos que acrescentassem qualquer outro tipo de informação complementar, que pudessem exprimir sua opinião acerca do tema abordado pela pergunta com mais exatidão.

O questionário foi elaborado no sentido de atingir nossos objetivos. Procuramos elaborá-lo com o foco nos preceitos básicos para a construção de um questionário: utilizar apenas perguntas que fossem indispensáveis para atingirmos nossos objetivos, redigir as perguntas com o máximo de clareza, para evitar dúvidas dos alunos no momento do preenchimento, e definir a sequência das perguntas no sentido de evitar o “contágio”, ou seja, evitar que respostas fossem influenciadas por alguma pergunta anterior. Também se deu especial atenção à ordenação das questões, posicionando as perguntas abertas (que exigem maior reflexão e que portanto são mais difíceis de serem respondidas) do meio para o fim do questionário.

A abordagem adotada é quantitativa (ou seja, analisando os dados a partir da quantidade observada de determinadas respostas), mas, levando-se em conta as críticas aos *surveys* clássicos quando utilizados isoladamente, considerados por muitos pesquisadores de correntes contemporâneas como uma forma inadequada de investigar fenômenos sociais, visto que não são capazes de compreendê-los em profundidade e sim atribuir valores a seus aspectos enumeráveis, procuramos construir o questionário no sentido de possibilitar uma análise também qualitativa das respostas, através da inclusão de perguntas abertas, tentando preencher a lacuna da ausência das entrevistas em profundidade.

Procurou-se também elaborar as perguntas com o objetivo de evitar que o aluno fornecesse respostas estereotipadas ou socialmente aceitáveis, reconhecendo no entanto que é difícil evitar que isso aconteça em algum momento ou com algum aluno – porque o pesquisado pode responder (e com frequência o faz) as perguntas de modo a projetar uma imagem de si mesmo que lhe pareça mais conveniente. No cabeçalho do questionário (ver Apêndice) procurou-se deixar claro que não havia nenhuma intenção de “julgamento” dos alunos por trás da pesquisa, que todas as respostas fornecidas eram igualmente válidas e que não haviam *a priori* respostas “certas” ou “erradas”. Isso também foi ressaltado em todas as turmas, antes da entrega dos questionários. O absoluto anonimato dos pesquisados também foi assegurado.

IV.5.3 Seleção da amostra

Como foi ressaltado anteriormente, a amostra escolhida era composta por alunos dos 8º, 9º e 10º períodos do curso de graduação em Engenharia de Produção. Porém, não foram utilizados métodos de amostragem probabilística, cujos resultados poderiam ser expandidos para toda a população (alunos do curso de graduação). O processo adotado foi o de procurar professores de cadeiras desses períodos e pedir uma autorização para entrar nas salas de aula, expor os objetivos da pesquisa e distribuir o questionário para quem estivesse presente e estivesse disposto a colaborar, num procedimento que GIL (1987) define como “amostragem por acessibilidade”. Assim, o processo de retirada de uma amostra da população não foi feito com base em critérios estatísticos/quantitativos (através de procedimentos da Estatística, que objetiva a expansão dos resultados para toda a população) mas sim com base em critérios qualitativos, ou seja, alunos que no momento do preenchimento do questionário estivessem nos 8º, 9º e 10º períodos.

Não houve, *a priori*, uma escolha de alunos que pudessem fornecer informações mais fidedignas ou que pudessem melhor contribuir para o sucesso da pesquisa. Responderam o questionário todos os alunos que se dispuseram a fazê-lo. No entanto, GOLDENBERG (2003) ressalta que os alunos que se propuseram a colaborar com a pesquisa podem ter motivações diversas daqueles que se recusaram a responder ou não estavam em sala de aula, no momento da distribuição dos questionários. Isso pode levar a um *bias* no resultado da pesquisa. Porém, lembra a autora, o *bias* está presente em todos os passos do pesquisador em seu projeto de pesquisa: na escolha do tema a ser estudado, no referencial teórico, na elaboração do instrumento de coleta de dados, etc. Em outras palavras, sempre está embutido um julgamento de valor (em contraponto aos procedimentos de pesquisa nas Ciências Naturais, que defendem total imparcialidade e objetividade por parte do pesquisador em seu trabalho), e a única forma de minimizar o *bias* é reconhecê-lo como inevitável, estabelecer uma meta no sentido de diminuir sua influência e até mesmo incluí-lo como um dado adicional para a pesquisa.

No entanto, a não possibilidade da generalização dos resultados para o restante da população não compromete de forma alguma a relevância da pesquisa. Essa é uma

discussão recorrente no âmbito das Ciências Sociais. As correntes adeptas do enfoque qualitativo nas pesquisas sociais defendem que, ao contrário de se tentar generalizar as conclusões obtidas a partir do estudo de um objeto, mais importante é buscar compreender o significado dos fenômenos sociais através do ponto de vista dos próprios atores sociais que compõem o grupo estudado. A compreensão profunda da população escolhida (que pode ser um indivíduo, um grupo, uma turma, etc.) seria obtida com procedimentos de estudo qualitativos (estudo de caso, entrevistas em profundidade, observação participante), atingindo níveis de entendimento sempre mais difíceis de se obter valendo-se apenas de questionários padronizados, que escondem as particularidades e dão maior atenção às tendências do grupo estudado. Em vista da impossibilidade do estudo aprofundado do grupo de alunos escolhidos, a inclusão das perguntas abertas no questionário tinha como objetivo permitir aos alunos descreverem, com suas próprias palavras, como percebem os temas estudados.

Na distribuição dos questionários para os alunos, foi ressaltado que o completo anonimato dos que se dispuseram a colaborar com a pesquisa era amplamente assegurado, e assim os alunos não deveriam se preocupar em fornecer respostas estereotipadas e sim responder com o máximo de sinceridade. Esses pontos já estavam ressaltados no cabeçalho do questionário. Os alunos também foram encorajados a fornecer toda e qualquer informação que pudesse contribuir para uma compreensão mais profunda dos seus pensamentos, mesmo que não fosse solicitada pelo questionário (como no caso das perguntas de escolha estritamente fechada).

A primeira aplicação do questionário foi feita em dezembro de 2004, no fim do semestre. 27 alunos responderam ao questionário, inscritos nas cadeiras Custos Industriais, Administração Financeira, Planejamento e Controle da Produção II e Planejamento Estratégico. A aplicação do questionário foi realizada mediante autorização dos professores destas cadeiras. Porém, essa primeira aplicação revelou-se problemática, pois os alunos que se dispuseram a responder o questionário estavam saindo das provas finais dessas matérias, estando portanto provavelmente cansados e atrasados com relação a compromissos de estágio. Cerca de 4 alunos solicitaram que o questionário fosse enviado por e-mail, mas jamais reenviaram o questionário preenchido. As respostas desse primeiro grupo pesquisado não se diferenciaram muito das obtidas com os grupos subsequentes,

com exceção de algumas respostas estereotipadas e vagas (houve um aluno que deu a seguinte resposta à pergunta 6, que pedia um exemplo de uma ação de impacto social que o Engenheiro de Produção pode realizar, no exercício de sua profissão: “melhorar a qualidade de vida dos mais necessitados”). Essa pergunta, particularmente, não foi compreendida por alguns alunos, que deram exemplos de ações sociais que não dizem respeito às atribuições de um Engenheiro de Produção (por exemplo, foram obtidas respostas como “dar aulas em pré-vestibulares comunitários” e “visitar instituições, arrecadar dinheiro para projetos sociais”). Houve ainda uma grande incidência de respostas em branco.

Esses primeiros resultados motivaram pequenas alterações no questionário. A versão que está em anexo neste trabalho é a definitiva. Nela, a pergunta 6 foi reformulada para: “se você escolheu uma das duas primeiras opções, dê um exemplo de uma ação de impacto social que você pode fazer no exercício de sua profissão (portanto, não estamos falando aqui de ações de caráter comunitário/social que não dizem respeito às atividades específicas do profissional de Engenharia)”. Para minimizar as respostas em branco, no cabeçalho do questionário foi incluído um pedido para que não se deixasse nenhuma pergunta sem resposta (a não ser que o questionário pedisse isso), e isso foi reiterado quando os questionários foram distribuídos às turmas seguintes. O pedido afirmava que respostas que indicassem dúvida do aluno (“não sei”, “nunca pensei nisso”, “não tenho opinião formada”, etc.) davam-nos pistas sobre o curso de Engenharia de Produção em geral, e sobre o aluno e o que ele absorveu do curso, em particular. Respostas em branco, porém, dificultava a obtenção de conclusões.

Ainda em dezembro de 2004, o questionário, já com as modificações acima citadas, foi aplicado a 13 alunos da turma de Pesquisa Operacional I.. Participaram alunos dos 5^o, 6^o e 7^o períodos, que não pertenciam a princípio ao universo que pretendíamos investigar (por considerar que alunos que cursam os períodos iniciais ainda não têm, teoricamente, conhecimento suficiente para avaliar o curso e absorver uma mentalidade voltada para o social). A intenção da expansão da população era observar possíveis semelhanças e diferenças nas respostas dos dois grupos pesquisados, e se tentar verificar a mudança nos objetivos desses alunos, à medida que suas atenções voltadas às atividades acadêmicas e à

absorção de conhecimento dão lugar à preocupação com o seu futuro profissional e sua inserção no mercado de trabalho, muitas vezes em detrimento do desempenho no curso.

Foi a partir da aplicação do questionário a esses 13 alunos que se passou a facultar ao aluno a justificativa da resposta à pergunta 7, caso a opção escolhida fosse “concordo plenamente”, sendo isso ressaltado aos alunos antes da entrega dos questionários nas turmas subsequentes. A decisão foi tomada a partir de uma sugestão de uma aluna da turma de Pesquisa Operacional I de dezembro de 2004, e porque passamos a considerar que a justificativa da resposta só seria necessária caso o aluno discordasse de algum ponto das afirmações. Isso não impediu, entretanto, que muitos alunos decidissem comentar a sua avaliação das afirmações que compunham a pergunta, mesmo tendo escolhido a opção “concordo plenamente”.

Por considerarmos que a primeira etapa da pesquisa apresentara resultados ainda insuficientes para nossos propósitos, uma segunda rodada de aplicação do questionário foi realizada, em março de 2005, e desta vez em condições mais favoráveis. Os alunos responderam ao questionário nos intervalos das aulas, o que evitou a questão da influência do cansaço no preenchimento do questionário e produziu respostas mais cuidadosas e reflexivas.

Nesta segunda etapa da pesquisa, responderam o questionário 12 alunos do curso de Administração Financeira, 22 alunos do curso de Economia da Empresa e 15 alunos do curso de Planejamento Estratégico, novamente com o aval dos professores destas disciplinas, que abriram espaço em seus horários de aula para que se pudesse aplicar o questionário. Dentro da linha de se fazer uma comparação entre as respostas de alunos já no fim do curso, e de alunos de períodos anteriores, 32 alunos do curso de Pesquisa Operacional I, com alunos pertencentes aos 6º e 7º períodos, também responderam ao questionário.

Com isso, demos por encerrada a etapa de coleta de dados, incluindo no trabalho os resultados de 121 questionários, sendo que 76 deles preenchidos por alunos do 8º ao 10º período e 45, respondidos por alunos do 5º ao 7º período.

IV. 6 – ANÁLISE / SUMARIZAÇÃO DOS DADOS

Nessa seção é apresentada uma análise dos dados levantados na pesquisa com os 121 alunos do 5º ao 10º período. Os dados são compilados de forma a permitir uma visão global das respostas obtidas. Segundo GIL (1987), “a análise tem como objetivo organizar e sumarizar os dados de forma tal que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação”. Os dados dos dois grupos serão apresentados conjuntamente, para efeito de comparação e verificação das semelhanças e diferenças das suas respostas relacionadas aos temas abordados.

Para os dois grupos, o procedimento para a sumarização dos dados foi o mesmo: primeiro foram compilados os dados sócio-econômicos obtidos pelos questionários e são apresentados os percentuais observados das diferentes respostas. Depois, na seção do questionário que investiga os valores e ações dos alunos, são mostrados os percentuais de ocorrência das respostas às perguntas de escolha fechada. Para as questões mistas, são mostrados os percentuais de ocorrência de cada resposta para a pergunta fechada e das respostas à pergunta aberta destas questões (com exceção da pergunta 6, na qual os percentuais para a pergunta aberta e fechada são apresentados separadamente, porque a pergunta aberta apresentou uma ampla gama de respostas, que deveriam ser analisadas mais detidamente). Por fim, são apresentados os percentuais das respostas dadas às perguntas puramente abertas. Para a determinação dos percentuais das respostas às perguntas abertas, é criado um conjunto de categorias para cada uma delas, exaustivo a ponto de permitir que todas as respostas possam ser enquadradas em pelo menos uma dessas categorias. Segundo GIL (1987), “as respostas fornecidas pelos elementos pesquisados tendem a ser as mais variadas. Para que essas respostas possam ser adequadamente analisadas, torna-se necessário, portanto, organizá-las, o que é feito mediante o seu agrupamento em certo número de categorias”.

Dentro da proposta de se aliar análises de caráter quantitativo e qualitativo, serão transcritas (na íntegra ou em parte) determinadas respostas discursivas, sempre que auxiliem na compreensão dos sentimentos e valores dos alunos.

Para uma melhor e mais rápida visualização das diferenças e semelhanças observadas nas respostas dos alunos dos dois grupos, serão mostrados uma tabela (para o

caso dos dados sócio-econômicos) e gráficos de barra (para o caso das perguntas da segunda parte do questionário, referente aos valores e ações dos alunos).

Por fim, são feitos alguns cruzamentos entre determinadas respostas que possam trazer informações adicionais relevantes e/ou que apontem possíveis incoerências nas respostas dos alunos. A escolha dos cruzamentos a serem feitos leva em conta a relevância das informações adicionais que podem ser obtidas. Porém, não se pretendia que essa escolha fosse exaustiva, pois é muito grande a quantidade de possíveis cruzamentos entre respostas e nem todos fornecem indícios relevantes para a pesquisa. Portanto, o foco foi na relevância da informação obtida a partir desses cruzamentos para atingirmos os objetivos da pesquisa.

IV.6.1 – Dados sócio-econômicos

Com relação aos dados sócio-econômicos (primeira parte do questionário), a pesquisa realizada com os alunos do 8^o ao 10^o períodos obteve os seguintes resultados:

- 1) Responderam ao questionário 53 alunos (70 % do total) e 23 alunas (30% do total);
- 2) 24 alunos (31,6% do total) estavam no 8^o período, 39 alunos (51,3% do total) estavam no 9^o período e 13 alunos (17,1% do total), no 10^o período, no momento em que responderam ao questionário;
- 3) A média de idade dos alunos entrevistados foi de 22 anos. Dois alunos não informaram a sua idade;
- 4) Todos os 76 alunos que responderam ao questionário informaram ser solteiros;
- 5) Apenas um aluno (de 22 anos e que, no momento do preenchimento do questionário, estava no 10^o período) informou ter um filho (1,3% do total). Todos os outros 75 alunos que participaram da pesquisa (98,7% do total) informaram não ter filhos;
- 6) 4 alunos (5,3% do total) informaram que moram sozinhos e 70 alunos (92,1 %) informaram que moram com a família. 2 alunos não informaram com quem vivem. As opções “com amigos” e “com cônjuge” não foram escolhidas por nenhum dos alunos;

- 7) 8 alunos (10,5%) informaram que não recebem ajuda financeira dos pais para se sustentar. Os outros 68 alunos (89,5%) afirmaram que recebem;
- 8) 10 alunos (13,2% do total) informaram que vão ao Fundão através de carona de amigos, 8 (10,5%) alunos de ônibus e 49 (64,5%) alunos com carro próprio. 5 (6,6%) alunos informaram que vão ao Fundão utilizando carro próprio e carona de amigos, 3 (3,9%) utilizando ônibus e carona e 1 aluno (1,3%) utilizando ônibus e carro próprio;
- 9) 58 alunos (76,3%) informaram que faziam estágio no momento do preenchimento do questionário. Todos eles informaram que o estágio é remunerado. 14 alunos (18,4%) responderam que não faziam estágio. Houve ainda 3 alunos que informaram já estarem efetivados nas empresas em que atuavam e 1 aluno que informou ter bolsa de pesquisa;
- 10) Dos 58 alunos que responderam que faziam estágio, 12 informaram que trabalhavam em área distinta da Engenharia. No entanto, ao especificarem em que área atuam, todos os 12 citaram áreas que estão dentro do campo de atuação do Engenheiro de Produção. Em especial, 5 citaram o mercado financeiro;

Com relação aos dados sócio-econômicos do questionário, a pesquisa realizada com os alunos do 5^o ao 7^o períodos obteve os seguintes resultados:

- 1) Responderam ao questionário 28 alunos (62 % do total) e 17 alunas (38 % do total);
- 2) 1 aluno (2,2 % do total) estava no 5^o período, 39 alunos (86,7 % do total) estavam no 6^o período e 5 alunos (11,1 % do total), no 7^o período, no momento em que responderam ao questionário;
- 3) A média de idade dos alunos entrevistados foi de 21 anos;
- 4) Todos os 45 alunos que responderam ao questionário informaram ser solteiros;
- 5) Todos os 45 alunos informaram não ter filhos;
- 6) 43 alunos (95,6% do total) informaram que moram com a família, sendo que 1 aluna especificou que mora com o irmão; 1 aluno (2,2 %) informou que mora com amigos e 1 aluno (2,2%) declarou que mora sozinho;

- 7) 40 alunos (88,9 %) informaram que recebem ajuda financeira dos pais para se sustentar, contra 4 alunos (8,9 %) que declararam que não recebem; 1 aluna não respondeu a essa pergunta;
- 8) 23 alunos (51,1 % do total) declararam que vão à faculdade com carro próprio, 10 alunos (22,2% do total) informaram que vão de ônibus, 2 alunos (4,4 %) informaram que vão através de carona de amigos, 3 alunos (6,7 %) através de carro próprio ou carona, outros 3 (6,7 %) de ônibus ou carona de amigos e 2 alunos (4,4 %) de ônibus ou carro próprio. 1 aluna (2,2 %) informou que varia sua forma de ir ao Fundão entre ônibus, carro próprio e carona de amigos e 1 aluna (2,2 %) declarou que vai de van;
- 9) 32 alunos (51,1 % do total) informaram que faziam estágio no momento do preenchimento do questionário, contra 23 alunos (48,9%) que responderam que não faziam. Destes 32 alunos, 30 (93, 8 % de 32) afirmaram que o estágio era remunerado, contra 2 alunos (6,3 %) que disseram ser o estágio não-remunerado;
- 10) Dos 32 alunos que declararam fazer estágio, 7 (21,9 % de 32) afirmaram que atuam em área distinta à Engenharia. Entretanto, tal como ocorreu com os alunos do 8^o ao 10^o períodos, todos esses 7 alunos citaram áreas pertencentes ao campo de atuação do Engenheiro de Produção, revelando uma incompreensão do sentido da pergunta. As respostas foram: banco de investimentos, previdência pública, Consultoria – Engenharia de Produção, Logística (2 vezes), Consultoria (Gerência de Produção) e Mercado financeiro;

Abaixo, a Tabela 8 sumariza os resultados dos dois grupos observados na primeira parte do questionário:

Tabela 8 – primeira parte do questionário (quantidade e percentuais relativos a cada grupo)

	5 ^o ao 7 ^o	8 ^o ao 10 ^o	5 ^o ao 7 ^o - %	8 ^o ao 10 ^o - %
Número de alunos	45	76	100 %	100 %
Sexo Masculino	28	53	62 %	70 %
Sexo Feminino	17	23	38 %	30 %
Idade média dos alunos	21	22	-	-
Solteiros (as)	45	76	100%	100 %

Casados (as)	0	0	0 %	0 %
Outros	0	0	0%	0 %
Tem filho (s)	0	1	0%	1,3 %
Não tem filhos (s)	45	75	100%	98,7 %
Moram com a família (*)	43	70	95,6 %	92,1 %
Moram sozinhos (as) (*)	1	4	2,2 %	5,3 %
Moram com amigos	1	0	2,2 %	0 %
Moram com cônjuge	0	0	0 %	0 %
Recebem ajuda dos pais	40	68	88,9 %	89,5 %
Não recebem ajuda dos pais	4	8	8,9 %	10,5 %
Utilizam ônibus para ir ao Fundão	16	12	35,5 %	15,7 %
Utilizam carro próprio para ir ao Fundão	29	55	64,4 %	72,4 %
Utilizam carona de amigos para ir ao Fundão	6	18	13,3 %	23,7 %
Outros	1	0	2,2 %	0 %
Fazem estágio	32	58(**)	51,1 %	76,3 %
Não fazem estágio	23	14(**)	48,9 %	18,4 %
Estágio é remunerado	30	58	93,8 %	76,3 %
Estágio não é remunerado	2	0	6,3 %	0 %
Trabalham em área distinta da Engenharia	0	0	0 %	0 %

(*) 2 alunos não responderam

(**) 3 alunos informaram que já estavam efetivados nas empresas em que atuavam e 1 aluno informou ter bolsa de pesquisa

IV.6.2 – Valores e ações dos alunos

Com relação à segunda parte do questionário (que trata de ações e valores dos alunos), a pesquisa obteve os seguintes resultados, nas perguntas de escolha fechada) :

1) Pergunta 1

- a) *8^o ao 10^o período* - 50 alunos (65,8% do total de 76 alunos) responderam que nunca participaram ou não participam de alguma atividade de caráter comunitário/social, contra 26 alunos (34,2%) que responderam que participaram ou participam. Os 26 alunos que declararam participar ou já terem participado de atividades de caráter social citaram ações voltadas para pessoas desfavorecidas. A atividade mais citada foi a de ensino (8 alunos), em sua maioria aulas em pré-vestibulares para carentes. 4 alunos mencionaram fazer parte do Núcleo de Solidariedade Técnica da UFRJ (Soltec), grupo composto por membros do corpo docente e estudantes, formado no âmbito da Escola Politécnica da UFRJ, e que tem como objetivo a realização de projetos com fins sociais;
- b) *5^o ao 7^o período* - 30 alunos (66,7 % do total de 45 alunos) afirmaram que nunca participaram ou participam de alguma atividade de caráter comunitário/social, contra 15 (33,3 %) que afirmaram que já participaram ou participam. Tal como ocorrera no grupo dos alunos do 8^o ao 10^o período, a grande maioria de ações sociais citadas por esses 15 alunos foi de auxílio a pessoas menos favorecidas, e a atividade mais citada foi a de ensino (3 alunos), em todos os casos aulas em pré-vestibulares para carentes. 1 aluno mencionou a participação no Soltec, e outro aluno citou o Projeto Minerva (um projeto de extensão, no qual alunos de graduação da Engenharia de Produção capacitam professores de escolas públicas de regiões menos favorecidas para o ensino da informática, ou seja, um projeto de inclusão digital). O restante das respostas foram mais variadas e pontuais;

A Figura 1 abaixo mostra os resultados para a pergunta 1:

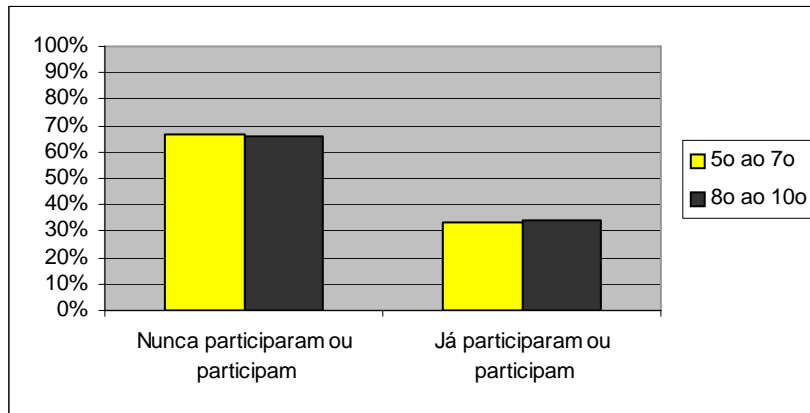


Figura 1: “Você já participou ou participa de alguma atividade de caráter comunitário/social”?

2) Pergunta 2

- a) **8^o ao 10^o período** - Dos 26 alunos que declararam já ter participado ou participam de alguma atividade de caráter comunitário/social, 9 alunos (34,6%) declararam que o fazem ou fizeram com grande grau de interesse, 11 alunos (42,6%) com bom grau de interesse, 5 alunos (19,2%) com grau de interesse mediano e 1 aluno (3,8%) com pequeno grau de interesse;
- b) **5^o ao 7^o período** - Dos 15 alunos que declararam participar, ou já participaram de ações sociais, na pergunta anterior, 7 alunos (46,7 % de 15) afirmaram que o fizeram ou fazem com bom grau de interesse, 5 com grande grau de interesse (33,3 %) e 2 alunos (13,3 %) com grau de interesse mediano. 1 aluna declarou que participou de ações de caráter comunitário/social com grande grau de interesse em algumas, bom grau de interesse em outras e grau de interesse mediano nas restantes;

A Figura 2 abaixo mostra os resultados para a Pergunta 2:

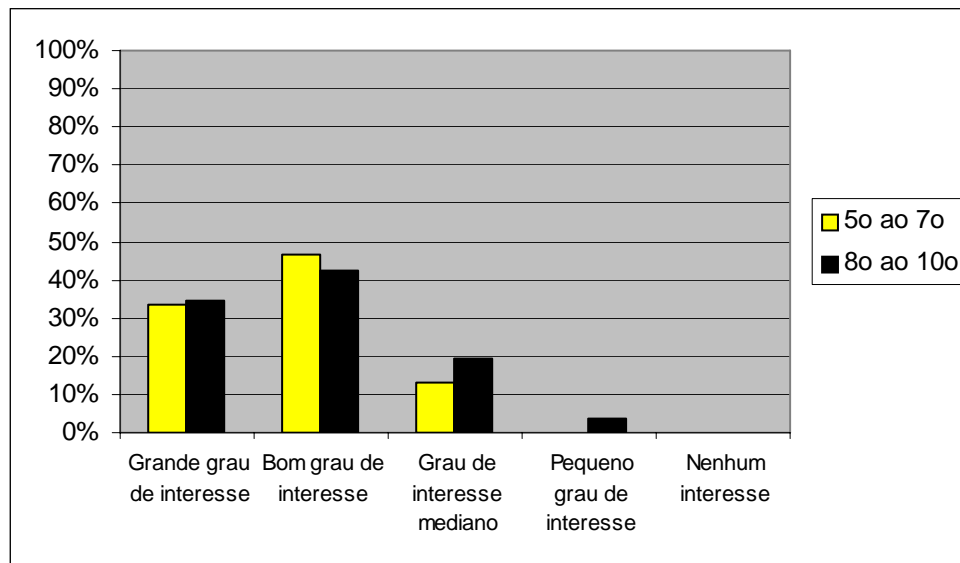


Figura 2: “Se você respondeu sim na pergunta anterior, com que grau de interesse você participou (ou participa) dessa(s) atividade(s) de caráter social?”

3) Pergunta 3

- a) **8º ao 10º período** - 29 alunos (38,2% do total de 76 alunos) declararam que os pais já participaram ou participam de alguma atividade de caráter comunitário/social, contra 45 alunos (59,2%) que declararam que os pais nunca participaram ou participam. 2 alunos declararam que não sabem;
- b) **5º ao 7º período** - 26 alunos (57,8 % do total de 45 alunos) afirmaram que seus pais participam ou já participaram de alguma atividade de caráter comunitário, contra 17 alunos (37,8 %) que disseram que os pais não participaram ou participam de atividades desse tipo. 2 alunos declararam não saber;

A Figura 3 abaixo ilustra os resultados para a Pergunta 3:

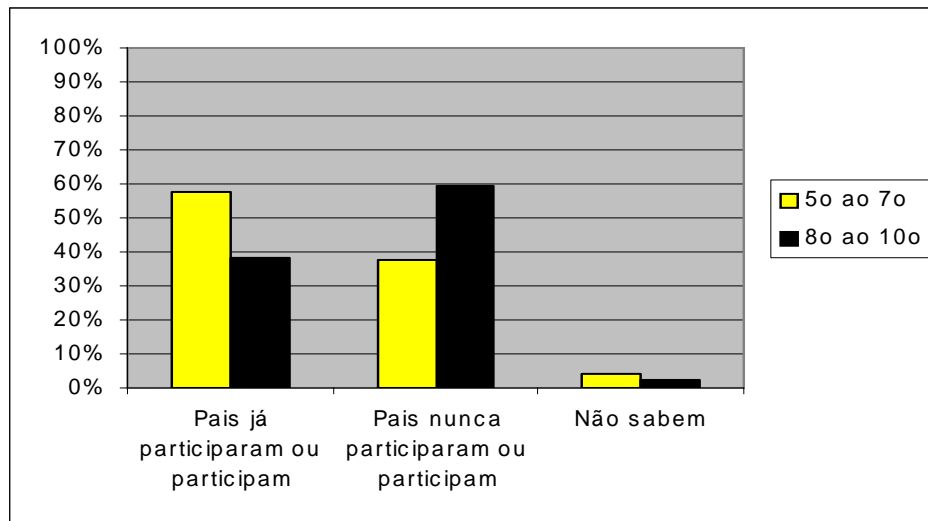


Figura 3: “Seus pais já participaram (ou ainda participam) de alguma atividade de caráter comunitário/social?”

4) Pergunta 4

- a) **8^o ao 10^o período** - 26 alunos (34,2% do total de 76 alunos) declararam considerar muito importante que alunos de graduação do curso de Engenharia de Produção participem de atividades de caráter social. 27 alunos (35,5%) declararam considerar essa participação importante, 15 alunos (19,7%) declararam atribuir a essa participação grau de importância mediana e 5 alunos (6,6%) declararam considerar essa participação pouco importante. 3 alunos não responderam à pergunta;
- b) **5^o ao 7^o período** - 20 alunos (44,4 % do total de 45 alunos) informaram que consideram muito importante a participação ativa de alunos do curso de graduação em Engenharia de Produção em empreendimentos ou atividades de caráter social. Outros 20 alunos (44,4 %) afirmaram que consideram essa participação importante. 4 alunos (8,9 %) deram à essa participação grau de importância mediana e 1 aluno (2,2 %) declarou ser pouco importante. Nenhum aluno declarou considerar essa participação nada importante;

A Figura 4 abaixo ilustra os resultados para a Pergunta 4:

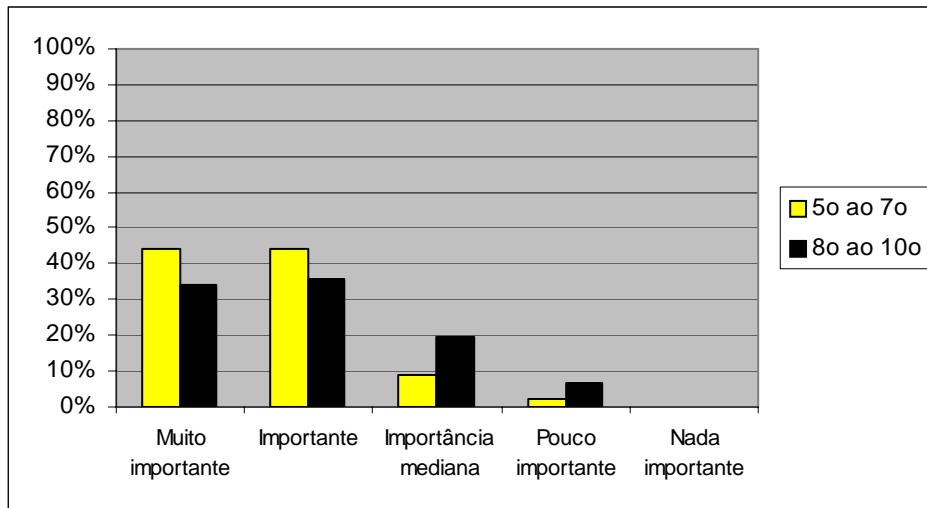


Figura 4: “Assinale o grau de importância que você atribui à participação ativa de alunos do curso de graduação em Engenharia em empreendimentos ou atividades de caráter social”

5) Pergunta 5

- a) **8º ao 10º período** - 34 alunos (44,7% do total de 76 alunos) declararam que, se tiverem um compromisso referente ao estágio e outro, referente ao curso de graduação, que ocorram no mesmo horário, darão prioridade ao estágio, contra 33 alunos (43,4%) que afirmaram que darão prioridade ao curso. Os 9 alunos restantes (11,8 %) declararam que não fazem estágio;
- b) **5º ao 7º período** - 16 alunos (35,6 % do total de 45 alunos) afirmaram que, se tiverem um compromisso referente ao curso de graduação e outro referente ao estágio, ocorrendo no mesmo horário, dariam prioridade ao primeiro. Destes 16 alunos, 1 afirmou que “se o compromisso no estágio for muito importante a resposta é diferente”. 13 alunos (28,9 %) declararam que dariam prioridade ao compromisso do estágio. 14 alunos (31,1 %) informaram que não faziam estágio, no momento do preenchimento do questionário. Destes 14 alunos, 1 aluna afirmou que daria prioridade ao curso, se estivesse estagiando. 2 alunos não escolheram nenhuma das opções oferecidas, respondendo que a escolha entre o curso e a graduação depende do grau de importância dos compromissos;

A Figura 5 abaixo ilustra os resultados para a Pergunta 5:

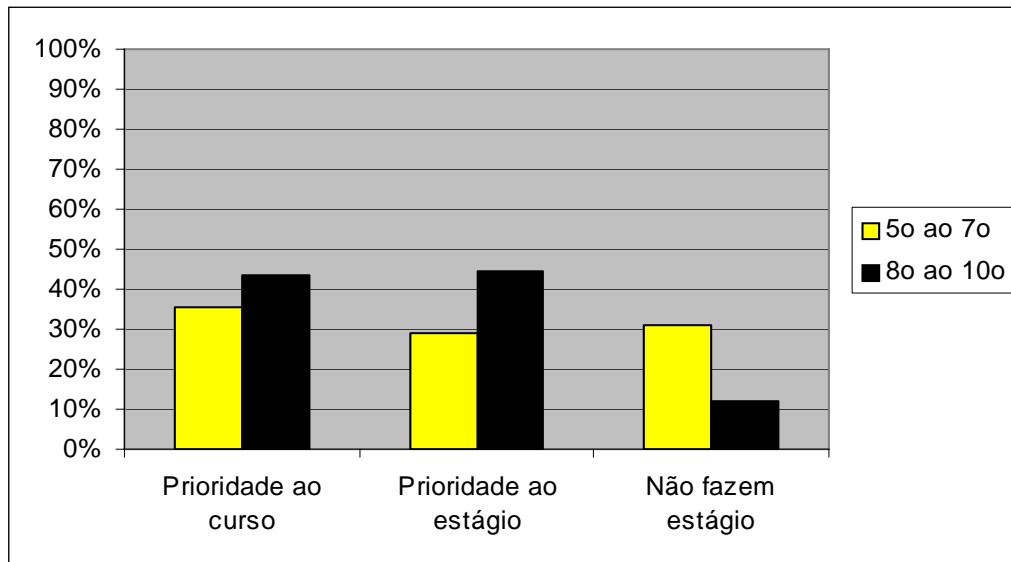


Figura 5: “Se você tem dois compromissos, um referente ao seu curso de graduação e o outro, referente ao seu estágio, que ocorrerão no mesmo horário, para qual você dará prioridade?”

6) Pergunta 9

- a) *8º ao 10º período* - 10 alunos (13,2% do total de 76 alunos) afirmaram que consideram que o curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRJ desenvolve nos alunos a noção da importância do papel social do engenheiro em bom grau. 27 alunos (35,5%) afirmaram que o curso desenvolve essa noção em grau regular, 31 alunos (40,8%) afirmaram que o curso desenvolve essa noção em baixo grau e 7 alunos (9,2%) afirmaram que o curso não desenvolve essa noção de forma alguma. Nenhum dos alunos respondeu que considera que o curso desenvolve nos alunos essa noção em alto grau. 1 aluno não respondeu a pergunta. Dos 31 alunos que responderam que consideram que o curso desenvolve essa noção em baixo grau, 2 alunos fizeram comentários adicionais acerca de sua resposta, apesar de a pergunta ser de escolha fechada: 1 aluno disse que essa noção é “distorcida, viesada, ‘boazinha’ demais e não realista”, e o outro disse que o curso só desenvolve essa noção nos alunos “que têm interesse na área social. Os que não têm saem focados em ganhar dinheiro acima de tudo”;

b) *5º ao 7º período* - 10 alunos (22,2 % do total de 45 alunos) disseram que acreditam que o curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRJ desenvolve em bom grau nos alunos a noção da importância do papel social do engenheiro. 14 alunos (31,1 %) afirmaram que o curso desenvolve essa noção em grau regular. Destes 14 alunos, 1 aluno disse que isso só ocorre com “alguns professores e alguns ambientes”. 13 alunos (28,9 %) afirmaram que o curso desenvolve essa noção em baixo grau, sendo que 1 aluna ressaltou que apenas os alunos que fizeram a cadeira Gestão de Projetos Solidários, ou os que já “nasceram” com essa idéia, absorvem essa noção. 8 alunos (17,8 %) afirmaram avaliar que o curso não desenvolve essa noção em forma alguma. Nenhum aluno declarou considerar que o curso desenvolve nos alunos essa noção em alto grau;

A Figura 6 abaixo ilustra os resultados para a pergunta 9:

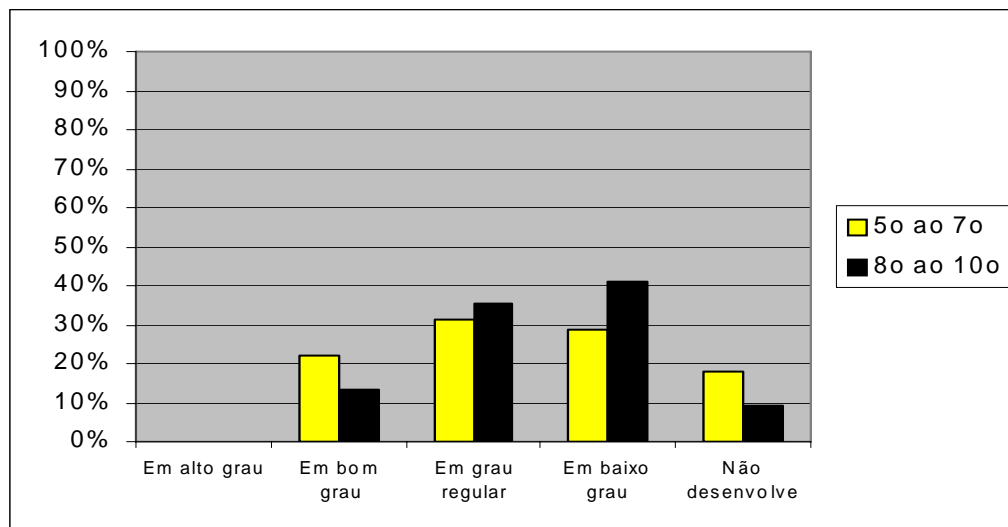


Figura 6: “Em que grau você considera que o curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRJ consegue desenvolver nos alunos a noção da importância do papel social do engenheiro?”

Com relação às perguntas abertas e duplas, da parte do questionário referente aos valores e ações dos alunos, foram observados os seguintes resultados:

1) Pergunta 6 (parte fechada)

a) *8º ao 10º período* - 12 alunos (15,8% do total de 76 alunos) declararam considerar muito importante atuar numa empresa na qual possam exercer

alguma função ou atividade de caráter social. 21 alunos (27,6%) declararam considerar importante, 26 alunos (34,2%) atribuíram importância mediana, 11 alunos (14,5%) declararam considerar pouco importante e 6 alunos (7,9%) atribuíram nenhuma importância à atuação em uma empresa que propicie ações de caráter social;

- b) **5º ao 7º período** - 10 alunos (22,2% do total de 45 alunos) declararam considerar muito importante atuar numa empresa onde possam exercer alguma função ou atividade de caráter social. 15 alunos (33,3 %) afirmaram que consideram importante, 16 alunos (35,6 %) atribuíram importância mediana e 4 alunos (8,9%) consideraram pouco importante a atuação numa empresa que lhe permita a realização de ações sociais. Nenhum aluno escolheu a opção “Nada importante” para esta questão;

A Figura 7 abaixo ilustra os resultados para a parte fechada da pergunta 6:

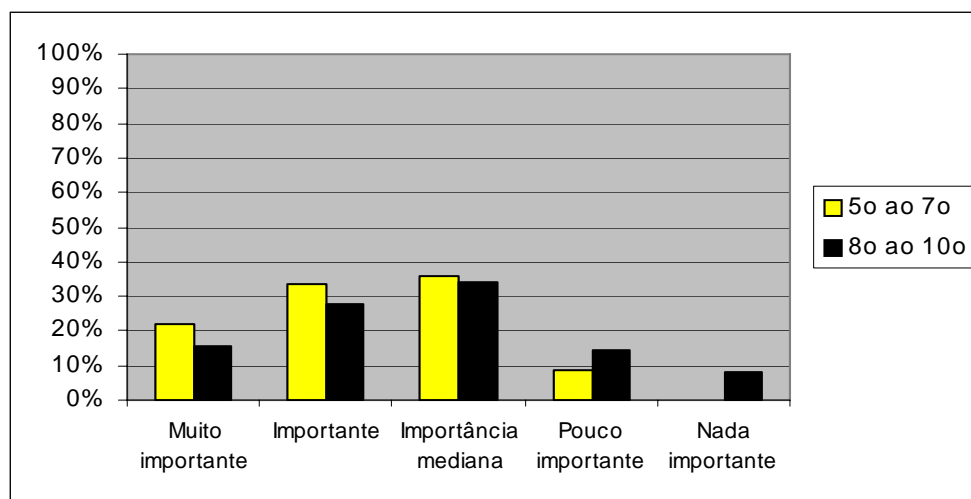


Figura 7: “Você considera importante atuar numa empresa na qual você possa exercer alguma função ou atividade de caráter social?”

- 2) **Pergunta 6 (parte aberta)** – aqui fazemos uma análise das respostas dos alunos que escolheram as opções “Muito importante” ou “Importante” quando é pedido a eles um exemplo de atividade social que pode ser realizada no

exercício da profissão de Engenheiro de Produção, ou utilizando os conhecimentos adquiridos no curso de graduação;

a) *8^o ao 10^o período*

- A pergunta pedia ainda um exemplo de ação de impacto social que o Engenheiro de Produção pode realizar no exercício de sua profissão, caso o aluno escolhesse uma das duas primeiras opções (“muito importante” e “importante”). Na primeira etapa da pesquisa observou-se que muitos dos 27 alunos que responderam o questionário não compreenderam a segunda parte da pergunta, citando ações sociais que não dizem respeito às atribuições do Engenheiro de Produção. Isso motivou a reelaboração da pergunta para que não houvesse dúvidas quanto ao que queríamos, e a formulação definitiva da questão está no questionário anexado a esse trabalho. No entanto, isso não evitou que voltassem a aparecer respostas que não atendiam à pergunta satisfatoriamente;
- 10 alunos (30,3 % do total de 33 alunos que escolheram uma das duas primeiras opções) deram respostas vagas, genéricas, que não citavam objetivamente uma ação específica, tais como: “melhorar a qualidade de vida dos mais necessitados”, “trabalhar em algum projeto que tivesse impacto na sociedade” e “contribuir para um desenvolvimento econômico do país”, entre outras;
- Além dos 10 alunos que responderam dessa forma imprecisa, 5 alunos (15,6% dos 33 alunos que escolheram uma das duas primeiras opções) deram respostas que não satisfaziam a pergunta, dando exemplos de ações sociais voltadas para comunidades carentes que não são atribuições do Engenheiro de Produção. Aulas para comunidades carentes foram citadas por 2 alunos, outros 3 alunos citaram ações de caráter filantrópico (suas respostas foram: “visitar instituições, arrecadar dinheiro para projetos sociais”, “recolher alimentos/roupas/brinquedos dos funcionários para filantropia” e “atividades de cunho beneficente [arrecadar dinheiro para instituições]”);

- Um aluno (3 % do total de 33 alunos) declarou não conseguir imaginar uma atividade relacionada à atuação do Engenheiro de Produção que possa produzir um impacto positivo socialmente, respondendo “nunca pensei a respeito”;
- 15 alunos (45,5 %) citaram atividades relacionadas às atribuições do Engenheiro de Produção, atendendo portanto ao que a pergunta pedia. Em sua maioria, esses 15 alunos demonstraram conhecimento acerca do uso de determinadas técnicas e ferramentas de que dispõe um engenheiro de produção para fins sociais. A maioria das respostas citava como exemplo o auxílio a projetos ou empresas com fins beneficentes (tais como ONGs), seja prestando consultoria ou algum outro tipo de colaboração, seja gerenciando. 3 alunos citaram auxílio a pequenas empresas ou cooperativas, ajudando-as a se organizarem ou se estruturarem financeiramente. 1 aluno citou projetos de lay out para portadores de deficiência;
- Em particular, ainda com respeito à pergunta 6, é interessante notar que 3 alunos (dos 15 alunos citados acima) declararam considerar a própria atividade primordial do Engenheiro de Produção – a busca por maior produtividade nos processos – como uma ação de impacto social, pela geração de emprego e renda e desenvolvimento humano que acontecem em decorrência. Em especial, uma aluna, estagiária de uma empresa de consultoria em logística e gestão, deu a seguinte resposta: “vejo o desenvolvimento das grandes e pequenas empresas do país como uma forma de projeto social, uma vez que viabiliza a alavancagem econômica do país e maiores investimentos em desenvolvimento humano. Ação social não é somente caridade, mas sim uma gama muito mais ampla de projetos de capacitação e formação de pessoas”;
- Por fim, 2 alunos (6 % do total de 33 alunos) exemplificaram ações que, na realidade, não fazem parte das funções precípua de um engenheiro de produção: “desenvolver palestras sobre responsabilidade social/ambiental” e “dar aulas em escolas públicas, ensinar noções de empreendedorismo”. No entanto, noções de responsabilidade social/ambiental e empreendedorismo (viabilização de projetos e administração de empresas) são ensinadas no curso de graduação em Engenharia de Produção. Portanto, esses 2 alunos souberam

exemplificar ações que podem gerar impactos sociais, através do uso de conceitos absorvidos durante o curso de graduação (ainda que não sejam essas ações, a princípio, funções de um Engenheiro de Produção) e, portanto, suas respostas não foram incluídas dentre as que não responderam corretamente à pergunta;

b) *5^o ao 7^o período*

- 25 alunos (55,6 % do total de 45 alunos) declararam que consideram importante ou muito importante atuar em uma empresa em que possam exercer alguma função ou atividade de caráter social. Para quem escolhesse uma dessas duas opções, a pergunta ainda pedia um exemplo de uma ação de impacto social que poderia ser realizada no exercício da profissão de Engenheiro de Produção. Destes 25 alunos, apenas 1 aluno (4 % de 25) não compreendeu o sentido da pergunta e citou ações não associadas às técnicas e ferramentas adquiridas durante o curso de graduação (“Doação de materiais, ética com o consumidor”). 4 alunos (16 % de 25 alunos) declararam não saber ou não responderam à pergunta;
- 2 alunos (8 % de 25 alunos) deram respostas vagas, genéricas (“Realizar eventos que possam promover melhorias na qualidade de vida e de trabalho das pessoas [dentro ou fora da empresa]”; “Criação de instituições relacionadas com a empresa na qual eu trabalho, buscando a melhoria das vidas dos necessitados e melhorando a imagem da empresa”). 5 alunos (20 % de 25 alunos) deram respostas que não estão em desacordo com o que pedia a pergunta, porém não relacionavam essas respostas com o ferramental adquirido durante o curso de graduação (“Trabalhar em uma empresa que tenha política de responsabilidade social”; “Trabalhar em organizações não-governamentais”; “Solidariedade técnica”; “Criação de uma ONG”; “Um programa de responsabilidade social seria um projeto interessante”);
- A maioria destes 25 alunos, porém (13 alunos – 52 % de 25) citou exemplos de ações de impacto social em que seria utilizado o que foi aprendido no curso de graduação. Algumas respostas que valem ser destacadas: “Projetos voltados à comunidades carentes, que ajudem-nas a se desenvolver de forma sustentável.

Ex: construir com a ajuda de moradores e iniciativa privada/governamental uma fábrica de reciclagem em alguma comunidade e, ao mesmo tempo, capacitar os moradores para que eles recebam pelo material reciclado e não por peso de lixo e tenham consciência ambiental”; “Oferecer serviços gratuitos para quem realmente não tem condições para contratar (consultoria para autônomos de baixa renda)”;

“Educar pequenos empreendedores. Planejamento estratégico em políticas públicas. Gestão ambiental da produção, desenvolvimento sustentável”;

A Figura 8 abaixo ilustra os resultados para a parte aberta da pergunta 6:

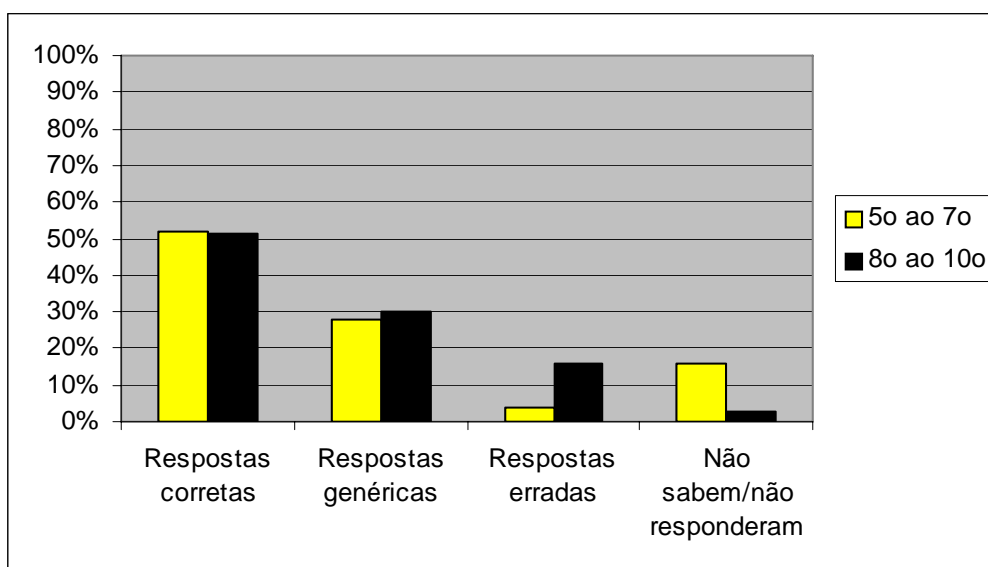


Figura 8: “Dê um exemplo de uma ação de impacto social que você pode fazer no exercício de sua profissão”

3) Pergunta 7

a) 8º ao 10º período

- 49 alunos (64,5 % dos 76 alunos) declararam que concordam plenamente com as 3 afirmações da pergunta. Como já foi ressaltado anteriormente, a partir da segunda aplicação do questionário (na turma de Pesquisa Operacional I, em dezembro de 2004) decidiu-se facultar ao aluno justificar, ou não, sua resposta, se a opção escolhida fosse a de concordância plena com as três afirmações da pergunta. Mesmo assim, 19 alunos justificaram sua escolha. De uma forma

geral, limitaram-se a repetir, com outras palavras, as afirmativas da pergunta. Algumas justificativas: “O Engenheiro de Produção deve ser capaz de conjugar de forma harmônica ambiente, tecnologia, processos e mão-de-obra”; “A Engenharia deve ser usada em prol da sociedade, logo o engenheiro deve se preocupar com os impactos causados na sociedade por suas criações. Responsabilidade social é imprescindível para o bem-estar da humanidade”; “Acabar com a visão obsoleta de busca pelo lucro incessante e pensar mais nas consequências de seus atos”;

- 22 alunos (28,9 %) afirmaram que concordam com algumas restrições. Das justificativas, a que mais apareceu (6 alunos) foi a de que nem sempre o engenheiro é capaz de determinar *a priori* quais serão os impactos provocados por suas soluções. Em particular, um aluno afirmou: “Nem todas as mudanças/propostas de uso do Engenheiro de Produção (ex: tecnologias) são conhecidas desde o início. O Engenheiro de Produção deve atuar de forma pró-ativa, arrojada. Ele deve assumir riscos pois muitas das vezes ele lida com situações de imprevistos, cuja resposta deve ser rápida”. 2 alunos afirmaram que julgam importante que o engenheiro leve em conta os efeitos de suas ações e a aceitação destas pela sociedade, mas que adotar essa atitude não leva necessariamente ao sucesso profissional. De resto, as justificativas apresentaram certa heterogeneidade. É interessante ressaltar o raciocínio de um aluno: “Às vezes é necessário ignorar parcialmente o ambiente para que haja uma quebra de paradigmas para uma melhora conjuntural”;
- 2 alunos (2,6 %) afirmaram que não concordam nem discordam. Nenhum desses alunos justificou sua escolha;
- 2 alunos (2,6 %) afirmaram que discordam em parte. Suas justificativas foram: “Só concordo com a primeira afirmação”; “Muitas vezes o engenheiro pode contribuir ‘otimizando o ótimo local’, mesmo sem perceber as implicações no todo”;
- 1 aluna não respondeu à questão;

b) *5º ao 7º período*

- 35 alunos (77,8 % do total de 45 alunos) disseram que concordam plenamente com as 3 afirmativas da pergunta. Destes 35 alunos, 12 justificaram sua opção. Destes 12 alunos, 4 ressaltaram que o Engenheiro não deve considerar apenas a técnica na busca por soluções, mas também considerar os aspectos humanos. Em especial, vale citar duas respostas: “Embora dominamos conhecimentos técnicos matemáticos, estamos inseridos numa dimensão humanitária. Tenho a missão de fazer um mundo melhor para as pessoas. Engenharia é um instrumento para tal”; “Não acho que o engenheiro deva supervalorizar a tecnologia em detrimento do bem estar social, pois é no bem estar do homem que está fundamentada toda tecnologia. Esse princípio não deve ser perdido”.
- 9 alunos (20 %) disseram que concordam com algumas restrições. Destes 9 alunos, 2 não justificaram sua opção (embora fosse solicitado pela pergunta). Dos que justificaram sua opção, 3 alunos ponderaram que nem sempre é possível saber, *a priori*, os efeitos que uma solução tecnológica terá sobre a sociedade (“O Engenheiro pode desenvolver tecnologias que hoje não são aplicáveis/aceitáveis mas que podem ser importantes futuramente”; “Suas ações podem ter efeitos positivos ou negativos, somente dependerá de quem irá explorá-las”). Outros 2 alunos discordaram da 3ª afirmação, lembrando que as ações do Engenheiro podem ter efeitos benéficos para a sociedade, mesmo que a princípio não se tenha conhecimento sobre esses efeitos;
- 1 aluno (2,2 %) afirmou que não concorda nem discorda das afirmações. Sua justificativa foi: “As afirmações fora de um contexto parecem vagas e podem se tornar falsas ou verdadeiras na prática”;

A Figura 9 abaixo ilustra os resultados obtidos com a pergunta 7:

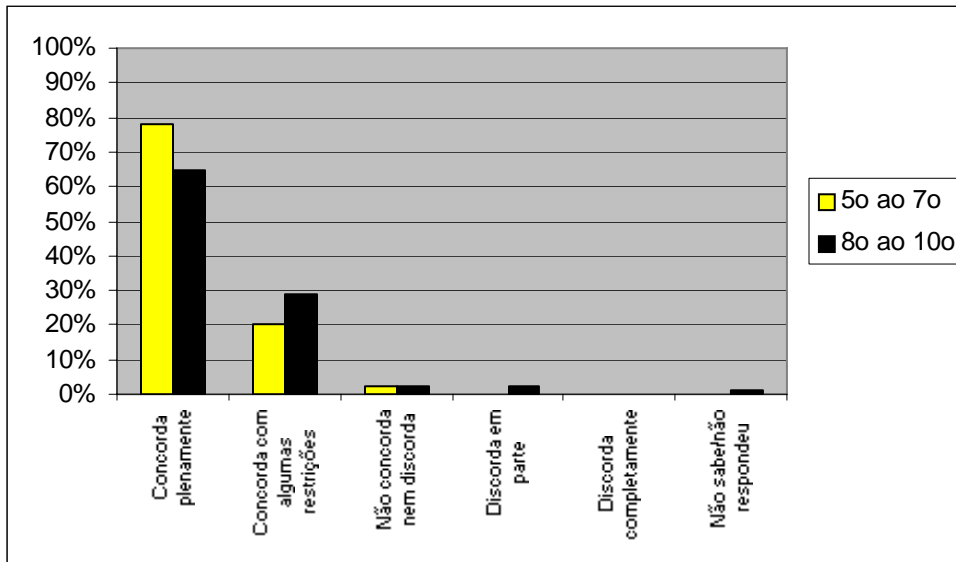


Figura 9: “Informe seu grau de concordância com as afirmações da Pergunta 7”

4) Pergunta 8

a) 8^o ao 10^o período

- 24 alunos (31,6 % do total de 76 alunos) afirmaram que não trabalhariam numa empresa descrita como na pergunta e optariam por procurar outras oportunidades. 2 alunos ressaltaram, porém, que admitiriam permanecer se financeiramente não fosse possível o desligamento da empresa;
- 29 alunos (38,2 %) responderam que procurariam intervir na empresa, propondo soluções e expondo seus pontos de vista de modo a tentar alterar essa cultura. Deste 29 alunos, 8 afirmaram que iriam ressaltar, dentro da empresa, a importância da qualidade de vida no ambiente de trabalho. Em especial, um aluno respondeu: “Procuraria mostrar à empresa ações voltadas para a qualidade de vida no ambiente de trabalho, melhorando assim a produtividade e motivação de seus funcionários”;
- 7 alunos (7,6 %) responderam que iriam tentar intervir para modificar essa cultura, mas que, caso não conseguissem, optariam por procurar novas oportunidades;
- 5 alunos (6,6 %) disseram que não sabiam ou não responderam. 2 alunos (2,6 %) não responderam satisfatoriamente à pergunta, sem citar uma ação

específica: (“Para mim seria frustrante, pois valorizo muito a qualidade de vida. Não acho que o trabalho está acima de tudo” ; “Isso contaria na escolha de entrada e saída da empresa”);

- 4 alunos (5,3 %) afirmaram que sua atitude dependeria de uma série de circunstâncias. Destes 4 alunos, 3 afirmaram que sua atitude dependeria do grau de impacto das mudanças no ambiente de trabalho. 1 aluno afirmou que “Se fosse interessante financeiramente trabalhar nesta empresa no curto prazo buscaria usar a empresa como um trampolim para uma nova oportunidade”;
- 5 alunos (6,6 %) afirmaram que não tomariam qualquer atitude diante de mudanças que impactassem no ambiente de trabalho. As justificativas apresentaram certa heterogeneidade, mas duas em especial merecem maior atenção: 1 aluno afirmou acreditar que “há um trade off entre remuneração e qualidade de vida no trabalho”. Outro aluno lembrou a ausência de estabilidade existente atualmente nas empresas: “Hoje em dia fica difícil procurar se rebelar contra as decisões de uma empresa, sob o risco de gerar conflitos e uma possível demissão. O correto seria reivindicar por melhoria na qualidade de vida, porém, hoje em dia, não é possível essa reivindicação”;

b) *5º ao 7º período*

- 27 alunos (60 % do total de 45) declararam que tentariam intervir na empresa para alterar essa cultura, expondo seus pontos de vista. Destes 27 alunos, 3 afirmaram que tentariam mudar esse quadro ressaltando a importância para a própria empresa de um bom ambiente de trabalho para seus empregados (“Tentaria convencer os diretores de que é de suma importância melhorar o ambiente de trabalho como um todo”; “Tentaria mostrar à empresa o quanto ela ganharia se investisse mais atenção às questões que envolvem esse assunto”). 2 alunos afirmaram que procurariam primeiro os empregados afetados pela mudança, para então propor outras soluções aos superiores;
- 3 alunos (6,7 %) disseram que não trabalhariam numa empresa com essa filosofia;
- 8 alunos (17,8 %) afirmaram que tentariam intervir para mudar a cultura da empresa, mas caso não conseguissem, procurariam novas oportunidades;

- 5 alunos (11,1 %) responderam que a atitude que tomariam dependeria de determinadas circunstâncias. Destes 5 alunos, 2 disseram que sua atitude dependeria de seu cargo na empresa, ou seja, se estivesse ou não ao seu alcance a possibilidade de mudança na filosofia da empresa. 1 aluno respondeu que “depende do grau de decréscimo na qualidade de vida e o retorno associado”, admitindo aceitar a solução imposta, desde que esta trouxesse algum benefício. Os 2 alunos restantes afirmaram que procederiam de acordo com a possibilidade de encontrar uma outra posição;
- 1 aluno (2,2 %) declarou ser “indiferente” a essa situação. 1 aluno não respondeu à pergunta;

A Figura 10 abaixo ilustra as respostas à pergunta 8:

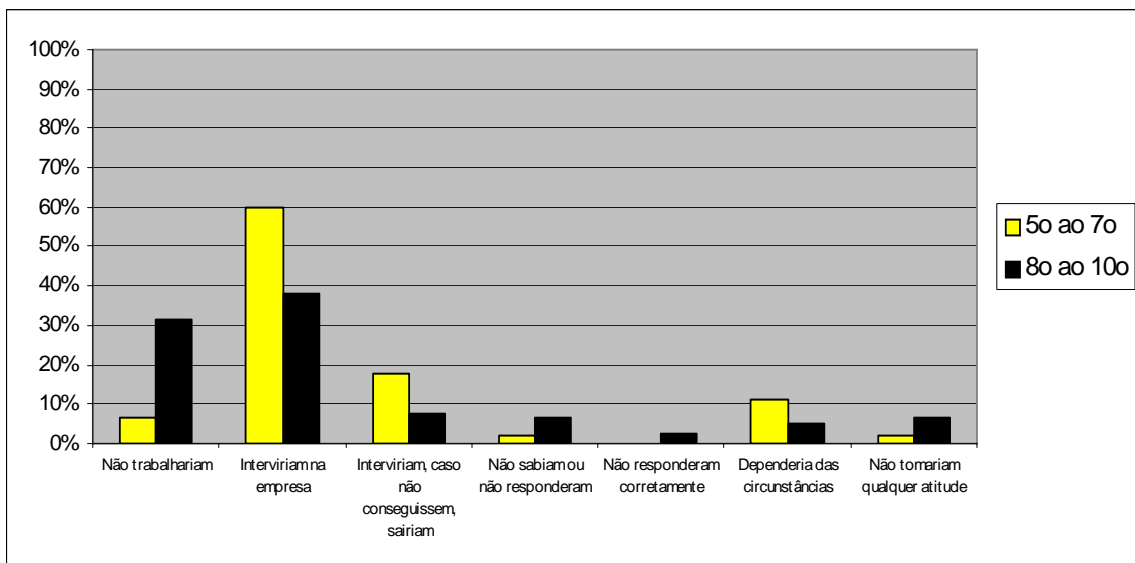


Figura 10: “Como você procederia se atuasse numa empresa na qual as soluções adotadas para os problemas não levassem em conta o impacto na qualidade de vida no ambiente de trabalho?”

5) Pergunta 10

a) 8º ao 10º período

- A opção “Trabalhar em uma grande empresa” foi considerada a de maior importância para 2 alunos (2,6% do total de 76 alunos). 1 desses alunos afirma, na sua justificativa, que “uma grande empresa é sinônimo de estabilidade”;

- 7 alunos (9,2 % do total) escolheram a opção “Ocupar um cargo de chefia” como a de maior importância. As justificativas para a escolha mostraram certa heterogeneidade. 3 alunos explicaram a escolha pelo fascínio que têm por serem líderes, gerir pessoas e assumir responsabilidades. Outros 3 alunos associaram a conquista de um cargo de chefia ao sucesso profissional que almejam alcançar. Por fim, 1 aluno associou sua escolha à intenção de ser um empreendedor, e não a ocupar um cargo importante numa empresa;
- 48 alunos (63,2 %) afirmaram que “Ter um bom salário” é a opção que mais valorizam;
- 15 alunos (19,7 %) definiram como prioritárias outras opções que não as apresentadas pela pergunta (Outros). Dentre as especificações mais citadas, estão: trabalhar no que gostam (6 alunos) e felicidade na vida pessoal (4 alunos);
- 4 alunos (5,3 %) definiram como a de maior valor a opção “Realizar projetos que tenham impacto social”. Esta opção foi ainda escolhida por 14 alunos (18,4 %) como a segunda mais importante, como a terceira mais importante para 18 alunos (23,7 %) e como a quarta mais importante para 37 alunos (48,7 %). 3 alunos (3,9 %) que utilizaram a opção “Outros” afirmaram que a atividade de realização de projetos com impacto social é a quinta em importância em sua escala de valores;

b) 5^o ao 7^o período

- A opção “Ter um bom salário” foi escolhida por 21 alunos (46,7% do total) como a de maior importância;
- A opção “Trabalhar em uma grande empresa” foi escolhida por apenas 1 aluno (2,2 %) como a de maior importância;
- A opção “Ocupar um cargo de chefia” foi escolhida por 2 alunos (4,4 %) como a de maior importância;
- A opção “Outros” (ou seja, uma opção que não estava dentre as 4 oferecidas pela pergunta) foi escolhida por 14 alunos (31,1 %). Dentre as opções citadas pelos alunos, as que mais apareceram foram: qualidade de vida (3 vezes) e

satisfação/realização profissional e bom ambiente de trabalho (5 vezes). As demais foram citações pontuais e diversificadas;

- A opção “Realizar projetos que tenham impacto social” foi escolhida como a de maior importância por 4 alunos (8,9 % do total). Essa mesma opção foi escolhida por 12 alunos (26,7 %) como a segunda mais importante, por 11 alunos (24,4 %) como a terceira mais importante e por 10 alunos (22,2 %) como a quarta mais importante. 5 alunos (11,1 %) que utilizaram a opção “Outros” consideraram a opção “Realizar projetos que tenham impacto social” como a quinta mais importante.
- Houve 1 aluno que declarou dar a mesma importância à todas as opções oferecidas. 1 aluno declarou que o que mais valoriza é gostar do que faz e se achar “bom nisso”. Quanto às outras opções, ele não fez diferenciação (em termos de valorização) entre “Trabalhar em uma grande empresa” e “Ocupar um cargo de chefia”, e entre “Ter um bom salário” e “Realizar projetos de impacto social”. 1 aluna afirmou ser a opção “Ter um bom salário” a que mais valoriza, mas não fez diferenciação de importância entre “Trabalhar em uma grande empresa”, “Ocupar um cargo de chefia” e “Realizar projetos que tenham impacto social”;

A figura 11 abaixo mostra os resultados para a pergunta 10 (o percentual de vezes em que cada uma das opções foi escolhida como a de maior importância):

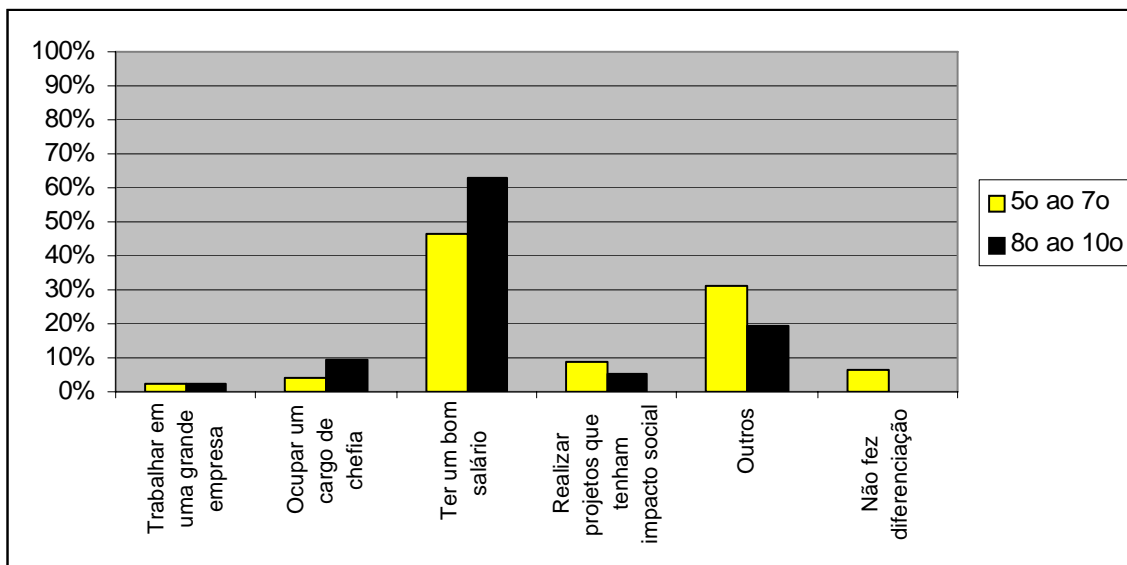


Figura 11: percentual de vezes em que cada uma das opções foi escolhida como a de maior valor

6) **Pergunta 11** - Com relação à pergunta 11, observou-se o aparecimento de temas recorrentes no que tange aos objetivos pessoais e profissionais dos alunos. Porém, houve grande diversidade de respostas, pelas diferentes combinações dos objetivos definidos pelos alunos como primordiais. A não ser em raras exceções, não haviam duas respostas iguais (que citassem os mesmos objetivos). A multiplicidade de respostas observadas dificultava a identificação das que apareciam com maior frequência. Por isso, optamos por dar os percentuais individuais de citação dos objetivos, e citar determinados cruzamentos de temas abordados que nos parecessem relevantes para nos fornecer as respostas que buscamos. Para a obtenção dos percentuais de citação dos principais objetivos, foi necessária a categorização das respostas. Assim, obtivemos os seguintes resultados:

a) **8º ao 10º período**

- 26 alunos (36,8 % do total de 76 alunos) afirmaram que desejam obter crescimento e desenvolvimento profissional. Destes 26 alunos, 18 utilizaram o termo “sucesso” para definir seus objetivos (“Espero ser bem sucedido”, “Obter sucesso profissional”, etc.);

- 23 alunos (30,3 %) afirmaram ter a intenção de constituir família;
- 25 alunos (32,9 %) afirmaram que pretendem dar algum tipo de contribuição à sociedade e ao país. Houve grande variação na especificação dessa contribuição. As respostas variaram desde a afirmação da intenção de auxiliar no desenvolvimento da sociedade, em termos genéricos (“[...] conseguir dar uma contribuição para a sociedade”, “contribuir para o desenvolvimento da nossa sociedade”, “[...] realizar um trabalho que contribua para o desenvolvimento econômico e humano da sociedade”, “[...]ajudar no desenvolvimento do meu país”, “Construir [...] um país melhor”, etc.) até a ajuda à parcela da população menos favorecida (“ajudar pessoas carentes”, “[...]fazer o que estiver ao meu alcance para ajudar a quem precisa...”, “[...]ajudar a quem precisa”), sem, novamente, deixar muito claro de que forma se daria esse auxílio;
- Dos 25 alunos que desejam contribuir para a sociedade e o país, 3 especificaram que essa ajuda se daria através da participação em projetos sociais (“Trabalhar com projetos sociais, seja no BNDES, seja em uma ONG, seja na Universidade, etc.”, “Pretendo também realizar um projeto social de auxílio aos menos favorecidos, provavelmente na área de saúde”, “Gostaria de desenvolver um projeto social ou, pelo menos, ter condições suficientes para contribuir com recursos para alguma organização que já exista”). 2 alunos afirmaram que essa contribuição se daria através da execução das funções precípuas da própria Engenharia de Produção (“[...]continuar desenvolvendo projetos de consultoria em grandes e pequenas empresas, contribuindo para o seu desenvolvimento e conseqüentemente, para o crescimento do país e o desenvolvimento humano”; “Conseguindo com meu trabalho ajudar a melhorar o desempenho de empresas , criando mais renda e auxiliando a economia e a qualidade de vida do país”);
- 18 alunos (23,7 %) afirmaram que almejam conseguir estabilidade financeira. Esses alunos podem ser divididos em dois grupos: um, composto por 12 alunos, que busca uma remuneração condizente com o seu trabalho e formação; e outro, composto por 6 alunos, que intencionam juntar dinheiro em quantidade suficiente que lhes garanta certa independência e possibilite a eles realizarem

seus objetivos. Deste último grupo, 3 alunos afirmaram que sua intenção, após juntarem capital suficiente, é abrir um negócio próprio. 1 aluno afirma que seu objetivo é, simplesmente, “ser rico”;

- Dos 25 alunos que afirmaram querer fazer algo pela sociedade e o país, 8 citaram esses objetivos de caráter social em conjunto com a meta de alcançar a estabilidade financeira. Mais especificamente, 4 alunos afirmaram que a contribuição e ajuda que pretendem dar virá após alcançarem essa estabilidade (por exemplo, 1 aluno afirmou: “espero realizar alguns objetivos como poder ter estabilidade, dinheiro, não dependendo de ninguém [...] e a partir daí, com segurança, me dedicar a outros objetivos, como praticar ações sociais e solidárias.”);
- 12 alunos, dos 26 que citaram o crescimento e o sucesso profissional como metas, responderam que também têm em vista objetivos sociais (dentre os que foram citados acima). Entretanto, 5 alunos dentre esses 12 associaram explicitamente um objetivo ao outro (por exemplo, disse um aluno: “Almejo crescer profissionalmente obtendo o retorno esperado e com isso poder ajudar os demais por qualquer que sejam os meios”). 11 alunos desse grupo de 26 citaram o crescimento/desenvolvimento profissional em conjunto com a intenção de constituir família. 3 alunos dentre esses 11 justificaram a ambição de crescer profissionalmente com a necessidade de sustentar e dar conforto à família que pretendem constituir;
- 19 alunos (25 %) citaram como um de seus objetivos trabalhar, conseguir um emprego, sem explicitamente declararem almejar uma carreira de sucesso. 4 alunos, dentre esses 19, especificaram que pretendem trabalhar em algum órgão público. 2 alunos afirmaram que prefeririam trabalhar em uma empresa responsável socialmente. Outros 2 alunos declararam a intenção de trabalhar em uma empresa grande. 1 aluno citou como objetivo “trabalhar eticamente” na busca da “felicidade plena”, ressaltando que as condições atualmente impostas ao Engenheiro de Produção dificultem o atingimento deste objetivo. Este aluno, ao fim do questionário, estendeu sua resposta afirmando que “os engenheiros de produção da UFRJ deveriam impor mais seus direitos no mercado”, citando o

seguinte exemplo: “para um aluno graduando se formar dignamente aqui na UFRJ, ele não pode aceitar cargas de trabalho nos seus estágios superiores a 4 horas (como determina legalmente a universidade). Entretanto, isto não acontece na realidade e um movimento progressivo acaba induzindo a erros deste tipo”;

- Destes 19 alunos, 5 uniram o objetivo de conseguir um emprego ao de obter a estabilidade financeira. 5 alunos, destes 19, citaram também os objetivos de caráter social (em especial, é interessante a justificativa dada por uma aluna: “[*Pretendo*] conseguir um emprego público, pois a idéia de trabalhar para enriquecer um grande empresário não me agrada. Gostaria de saber que estou servindo diretamente ao meu país”). Destes 5 alunos, 1 aluna associou diretamente um objetivo ao outro (“Através de minha profissão e família ajudar no desenvolvimento da sociedade pelo resgate dos valores morais”). 5 alunos citaram, conjuntamente, os objetivos de trabalhar e constituir família;
- 17 alunos (22,4 %) expressaram preocupação com sua vida pessoal. Destes 17 alunos, 5 mencionaram explicitamente “qualidade de vida” como um objetivo. Outros 5 alunos afirmaram que desejam “ser felizes”. 3 alunos declararam querer evitar que sua vida profissional interfira na vida pessoal (2 deles, explicitamente, declararam objetivar ter tempo para lazer e fazer o que gostam, nas horas livres);
- 4 alunos (5,3 %) escreveram que querem trabalhar no que – e com o que – gostam;
- 5 alunos (6,6 %) declararam que desejam ser respeitados e reconhecidos por seu desempenho no trabalho;
- 6 alunos (7,9%) citaram os estudos como metas para o futuro. Destes 6 alunos, 4 falaram da intenção de cursar um Mestrado, após a conclusão da faculdade;
- 7 alunos (9,2 %) mencionaram o desenvolvimento e crescimento pessoal como meta;
- 3 alunos (3,9 %) associaram a vida profissional a agir com ética e correção;

b) *5º ao 7º período*

- O objetivo mais citado pelos alunos (17 alunos, 37,8 % do total de 45 alunos) foi o relacionado a atividades que contribuam de alguma forma à sociedade e ao país. Porém, tal como aconteceu no grupo de alunos do 8^o ao 10^o período, em sua maioria esses 17 alunos não especificaram que ações realizariam para atingir esses objetivos, fornecendo respostas genéricas (“Espero que após minha aposentadoria eu possa ter plena certeza de que contribuí para a melhora do mundo, que não fui apenas mais um que não fez diferença nenhuma ao quadro social lastimável no qual estamos inseridos hoje”; “Acabar com a injustiça social” ; “[...]poder ser útil na transformação da sociedade brasileira em uma sociedade mais igualitária e menos hipócrita”). Vale citar uma resposta de 1 aluno: “[...]buscar de alguma maneira retribuir à sociedade pelas oportunidades oferecidas”;
- Destes 17 alunos, 6 citaram mais explicitamente que ações tomariam no sentido de contribuir ao país e à sociedade, indo desde abrir ou se juntar a instituições com fins sociais (instituições de caridade, ONGs que atuem socialmente, etc.) até ações dentro das atribuições do Engenheiro de Produção (“Atuar como engenheira promovendo o desenvolvimento sustentável [abrangendo os campos sociais, ambientais e econômicos]”). 1 aluno afirmou que pretende “cumprir meus deveres e exigir meus direitos como cidadão, exercer ao máximo o aprendido durante o tempo de faculdade e poder passar esse aprendizado às novas gerações”, mostrando que deseja oferecer uma contribuição à sociedade através da passagem, para as novas gerações, do que aprendeu ao longo do curso de graduação;
- 10 alunos (22,2 %) afirmaram ter como objetivo o desenvolvimento profissional. Destes 10 alunos, 5 expressaram essa intenção utilizando termos como “sucesso”, “ser bem sucedido”;
- 13 alunos (28,9 %) afirmaram que almejam atingir a estabilidade financeira. Destes 13 alunos, 6 especificaram que pretendem abrir um negócio próprio;
- Dos 17 alunos que afirmaram desejar dar uma contribuição ao país ou à sociedade, 5 citaram esse objetivo conjuntamente com o objetivo de atingir a

estabilidade financeira; 3 citaram também a meta de desenvolvimento/crescimento profissional;

- 8 alunos (17,8 %) declararam a intenção de constituir família;
- 15 alunos (33,3 %) demonstraram preocupação em alcançar uma vida pessoal satisfatória. Destes 15 alunos, 5 associaram este objetivo às suas famílias, ou desejando ter boa convivência com elas, ou desejando proporcionar-lhes conforto;
- 6 alunos (13,3 %) afirmaram que gostariam de trabalhar na área na qual se interessam;
- 3 alunos (6,7 %) declararam que têm como objetivo trabalhar, estar empregados, sem explicitamente citar o sucesso profissional como meta;
- 3 alunos (6,7 %) citaram agir com ética e correção como meta (“Um trabalho justo e ético que busque melhorar a qualidade de vida das pessoas”; “Fazer a diferença e nunca ser corrupto[...]”; “Cumprir meus deveres e exigir meus direitos como cidadão [...]”);
- 3 alunos (6,7 %) mencionaram o desenvolvimento e o crescimento pessoal como meta;
- 1 aluna (2,2 %) afirmou que deseja ser respeitada e reconhecida como profissional;
- 2 alunos (4,4 %) afirmaram que terminar o curso de graduação é um objetivo, sendo que 1 aluna declarou que pretende fazer pós-graduação;

A Figura 12 abaixo ilustra os resultados para a Pergunta 11:

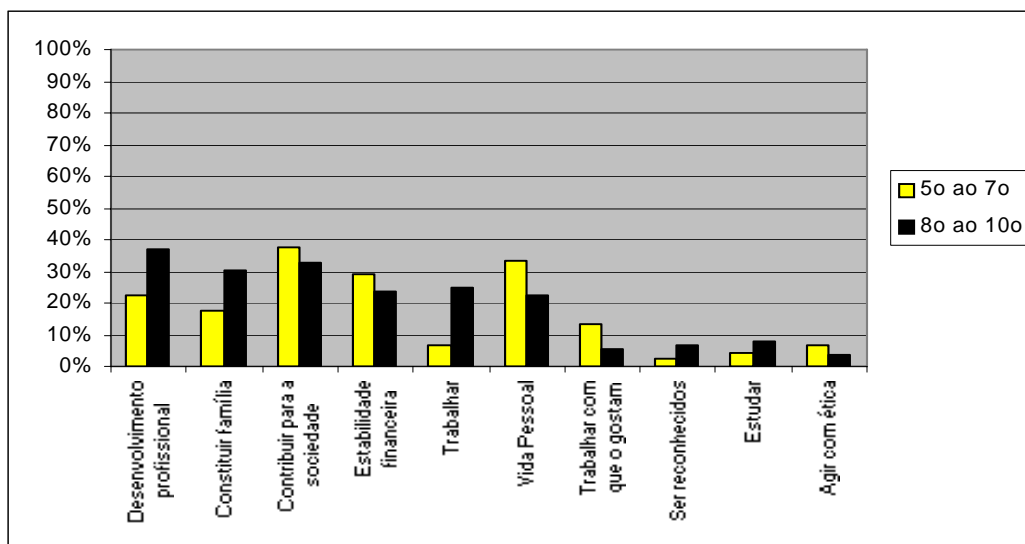


Figura 12: “Escreva o que você espera realizar na sua vida”

IV.6.3 Cruzamento entre respostas

Nessa Seção, faremos alguns cruzamentos entre respostas dos alunos a diferentes perguntas, buscando identificar eventuais incoerências entre as respostas, e também descobrir o que primordialmente influencia suas opções:

a) *8º ao 10º período*

- 1) Das 23 alunas que participaram da pesquisa, 9 (39,1 % de 23) afirmaram que participam ou já participaram de alguma atividade de caráter comunitário/social, contra 14 (60,9%) que afirmaram que não participam nem participaram;
- 2) Dos 53 alunos que participaram da pesquisa, 17 (32,1 % de 53) afirmaram que participam ou já participaram de alguma atividade de caráter comunitário/social, contra 36 (67,9 %) que afirmaram que não participam ou nunca participaram;

Esse resultado (a proximidade entre os percentuais de homens e mulheres que não participam ou nunca participaram de ações de caráter comunitário/social) ajuda a

desmistificar a percepção, muito difundida, de que mulheres tendem a se envolver em atividades desta natureza em maior número, proporcionalmente, que os homens.

- 3) Dos 29 alunos que declararam que seus pais participam ou já participaram de ações sociais, 13 (44,8 %) disseram que também participam ou já participaram;
- 4) Dos 53 alunos que afirmaram considerar importante ou muito importante a participação ativa de alunos do curso de graduação em Engenharia em atividades de caráter social (pergunta 4), 29 (54,7 % de 53) afirmaram considerar importante ou muito importante atuar em uma empresa na qual possam exercer uma função ou atividade de caráter social (pergunta 6);
- 5) Dos 53 alunos que afirmaram considerar importante ou muito importante a participação ativa de alunos do curso de graduação em Engenharia em atividades de caráter social (pergunta 4), 21 (46,7 % de 21) declararam que participam ou já participaram de atividades deste tipo;

b) 5^o ao 7^o período

- 1) Das 17 alunas que participaram da pesquisa, apenas 5 (29,4 % de 17) declararam participar ou já ter participado de alguma atividade de caráter comunitário/social;
- 2) Dos 28 alunos que participaram da pesquisa, 12 (42,9 % de 28) declararam participar ou já ter participado de alguma atividade de caráter comunitário/social;

Tais resultados, portanto, corroboram o que já havia sido observado no grupo de alunos do 8^o ao 10^o período.

- 3) Dos 40 alunos que consideraram importante ou muito importante a participação ativa de alunos do curso de graduação de Engenharia de Produção em empreendimentos ou atividades de caráter social (pergunta 4), 25 (62,5 % de 40) consideraram importante ou muito importante atuarem numa empresa na qual pudessem exercer alguma função ou atividade de caráter social (pergunta 6);
- 4) Dos 40 alunos que consideraram importante ou muito importante a participação ativa de alunos do curso de graduação de Engenharia de Produção em

empreendimentos ou atividades de caráter social (pergunta 4), 13 (32,5 % declararam que participam ou já participaram de atividades deste tipo;

- 5) Dos 26 alunos que declararam que os pais participam ou já participaram de alguma atividade de caráter comunitário/social, (42,3 % de 26) afirmaram que fizeram o mesmo;

IV.7 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS (CONCLUSÕES)

Nesta Seção faremos a interpretação dos resultados obtidos com a pesquisa, ou seja, tentaremos extrair das respostas dadas pelos pesquisados informações que nos possibilitem atingir nossos objetivos. Segundo GIL (1987), “a interpretação tem como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos”. Esses conhecimentos referem-se ao marco teórico sobre o qual a pesquisa é baseada.

A interpretação dos resultados foi realizada à luz dos referenciais teóricos que nortearam a pesquisa. Para GOLDENBERG (2003), a interpretação “é o ponto em que se exige muita sensibilidade para que se aproveite o máximo possível dos dados coletados e da teoria estudada. Esta capacidade de articular teoria e dados empíricos é uma das maiores riquezas do cientista”. Segundo GIL (1987), “quase tudo o que é dito sobre interpretação dos dados na pesquisa social refere-se à relação entre os dados empíricos e a teoria”.

Para tentarmos extrair o máximo de informações dos resultados da pesquisa, não nos limitamos a apresentar os percentuais das perguntas fechadas e das categorias de resposta criadas para as perguntas abertas e duplas. Apesar de a pesquisa ser de caráter quantitativo, pois é realizada através de um questionário padronizado que visa descobrir certos traços quantificáveis da população, e não utiliza-se de métodos tradicionais da pesquisa qualitativa (estudo de caso, entrevista em profundidade, observação participante), procurou-se também adotar um enfoque qualitativo nessa análise e interpretação das respostas, levando-se em conta toda e qualquer informação que pudesse ser útil para nossos objetivos. A inclusão das perguntas abertas e a leitura das informações adicionais não-requeridas, prestadas pelos alunos, foram realizadas no sentido de compreender mais

aprofundadamente os sentimentos, valores e motivações dos pesquisados, e não nos prender apenas aos aspectos quantificáveis.

Também nos valem de certos cruzamentos de respostas a perguntas diferentes, na tentativa de encontrar incoerências nas respostas dos alunos. Procuramos obter uma visão ampla do que se obteve, ou não obteve, através dos questionários. GOLDENBERG (2003) lembra que “deve-se analisar comparativamente as diferentes respostas, as idéias novas que aparecem, [...] o que estes dados levam a pensar de maneira mais ampla”. Enfim, nessa interpretação dos dados procurou-se seguir os procedimentos das correntes contemporâneas de pesquisa social: mostrar o que foi obtido e o que não foi obtido, as dificuldades enfrentadas, o que permitiu tirar conclusões e o que não permitiu.

É importante que se ressalte que as interpretações e conclusões apresentadas aqui, obtidas a partir dos resultados da pesquisa, não são exaustivas, merecendo esses dados uma posterior análise mais aprofundada.

Ao utilizar os critérios estabelecidos acima e efetuando uma comparação entre os resultados dos dois grupos (o composto por alunos do 8^o ao 10^o período e o composto por alunos do 5^o ao 7^o período), pudemos obter as seguintes interpretações:

- 1) De imediato, observando-se os gráficos, não se percebe diferenças gritantes entre as respostas de um e de outro grupo, na maioria dos casos. Como exceções, poderiam ser citadas: a pergunta 3, onde o percentual de alunos com pais que participam ou já participaram de atividades sociais é maior no grupo de alunos do 5^o ao 7^o período do que no grupo do 8^o ao 10^o (57,8 % contra 38,2 %); a pergunta 8, na qual o percentual de alunos que optaria por intervir na empresa é maior no grupo de alunos do 5^o ao 7^o do que no grupo do 8^o ao 10^o (17,8 % contra 7,6 %); e a pergunta 11, na qual surgiram diferenças entre os grupos nos percentuais de citação de determinados objetivos;
- 2) No grupo de alunos de 5^o ao 7^o período, 88,8 % escolheram as opções “Muito importante” ou “Importante” ao responder a pergunta 4 (“Assinale o grau de importância que você atribui à participação ativa de alunos do curso de graduação em Engenharia em empreendimentos ou atividades de caráter

social”). Entretanto, apenas 33,3 % declararam participar ou já ter participado de atividades de caráter comunitário/social (pergunta 1);

- 3) O mesmo ocorre no caso do grupo de alunos do 8° ao 10° período, onde 69,7 % escolheram as opções “Muito importante” ou “Importante” na pergunta 4, mas apenas 34,2 % declaram participar ou já ter participado de atividades comunitário/social. Apesar de os alunos do grupo do 5° ao 7° terem demonstrado, em suas respostas, atribuir maior importância à participação dos alunos da graduação em atividades sociais, nos dois grupos aparece uma contradição entre suas opiniões sobre a importância deste engajamento e suas práticas efetivas;
- 4) Uma outra possível contradição surge da comparação das respostas às perguntas 4 e 6. Embora os números difiram (do grupo do 8° ao 10° período, 69,7 % dos alunos escolheram uma das opções “Muito importante” e “Importante” na pergunta 4 e 43,4 % escolheram uma das opções “Muito importante” e “Importante” na pergunta 6; do grupo do 5° ao 7° período, 88,8% e 55,6% optaram por uma dessas duas opções nas perguntas 4 e 6, respectivamente), há uma discrepância entre as respostas dadas pelos dois grupos às perguntas;
- 5) No entanto, “questões sociais” foi um os temas mais citados pelos alunos, ao responderem sobre o que pretendem realizar na vida (pergunta 11), em ambos os grupos pesquisados (37,8 % no caso do grupo do 5° ao 7° período, e 32,9 % no caso do grupo do 8° ao 10°). Assim, a aparente contradição acima pode ser explicada pelo fato de que uma boa parte dos alunos tem a intenção de contribuir de alguma forma para o desenvolvimento do país e de auxiliar pessoas de classes menos abastadas, mas, porém, não considera isso primordial na hora de escolherem um emprego, ou não acha que essas atividades devam ser exercidas necessariamente no seu trabalho;
- 6) No grupo de alunos do 8° ao 10° período, 50,7 % dos alunos que fazem estágio afirmaram que dariam prioridade a um compromisso na empresa em que estagiam, se esse compromisso ocorresse no mesmo horário que um outro do curso de graduação, contra 49,3 % de alunos que priorizariam o compromisso do curso. No caso do grupo dos alunos do 5° ao 7° período, esses percentuais são

de 44,8 % e 55,2 %, respectivamente. Os números demonstram que os estágios podem influenciar no desempenho dos alunos no curso de graduação. A quantidade de alunos que dariam prioridade ao compromisso referente ao curso é maior no caso do grupo de alunos do 5° ao 7° período, mas essa diferença não é significativa a ponto de se concluir que, à medida que os alunos vão chegando ao fim do curso, vão dando mais prioridade às atividades das empresas em que estagiam, visando a uma possível efetivação. Ou seja, também no caso dos alunos do grupo do 5° ao 7° período, a influência que as atividades referentes a estágio exercem sobre o desempenho no curso é significativa;

- 7) O fato de os pais participarem ou já terem participado de alguma atividade de caráter comunitário/social pouco influencia seus filhos (o objeto de estudo deste trabalho) a adotarem atitude semelhante;
- 8) Em ambos os grupos, a maioria dos alunos que afirmaram participar ou já terem participado de ações de caráter comunitário/social citaram atividades relacionadas ao ensino (pré-vestibulares para carentes) ou participações em projetos do Soltec (Núcleo de Solidariedade Técnica da UFRJ);
- 9) Apenas uma minoria dos dois grupos pesquisados – 10 alunos, no caso do grupo do 5° ao 7° período (22,2 %) e 10 alunos, no caso do grupo do 8° ao 10° período (13,2 %) - têm a percepção de que o curso de graduação consegue despertar em bom grau a noção da consciência social e do importante papel social do Engenheiro de Produção, como agente transformador da sociedade. A maioria dos alunos têm a percepção de que o curso não é bem sucedido neste aspecto;
- 10) A pergunta “Trabalha em área distinta da Engenharia?” (da primeira parte do questionário) tinha por objetivo verificar se o aluno, para se sustentar e/ou à família, trabalhava em alguma área cujo salário possibilitasse esse sustento (portanto, estágios em empresas, em funções relacionadas às atribuições de um Engenheiro de Produção, não estariam, em princípio, entre as possíveis respostas). No entanto, todos os alunos que responderam “sim” à pergunta citaram áreas de trabalho nas quais um Engenheiro de Produção estaria apto a trabalhar, pelas técnicas e procedimentos que adquire ao longo do curso de

graduação. Portanto, conclui-se que a pergunta não foi compreendida pelos alunos pesquisados;

- 11) As respostas à pergunta 6 parecem sugerir que há um contingente de alunos que não sabem como utilizar o ferramental absorvido durante o curso de graduação para realizar ações que tenham impacto positivo para a sociedade. Isso foi observado mesmo quando a pergunta foi alterada, quando percebeu-se que poderia estar havendo uma incompreensão da pergunta, por parte dos alunos. Responderam satisfatoriamente à pergunta 62,5 % dos alunos do grupo do 8^o ao 10^o período (20 alunos, dos 25 que escolheram uma das duas primeiras opções – “Muito importante” ou “Importante”) e 52 % dos alunos do grupo do 5^o ao 7^o período (13 alunos, dos 25 que optaram por uma das duas alternativas citadas acima);
- 12) Essa intenção de realizar ações com impacto social, mas sem uma definição muito clara de como se dariam essas ações, também apareceu em várias respostas à pergunta 11, quando o objetivo citado era relacionado a contribuições para a sociedade e o país;
- 13) Vale ressaltar certos aspectos das diferenças nas respostas obtidas da pergunta 11. Os alunos do grupo do 8^o ao 10^o período demonstram maior atenção ao seu desenvolvimento profissional (muitas vezes, utilizando o termo “sucesso”) do que os alunos do grupo do 5^o ao 7^o (36,8 % contra 22,2 %). Poderia-se interpretar esses resultados tendo-se em mente que muitos dos alunos que estão no fim do curso, a grande maioria já estagiando (76,3 % - ver Tabela 8), já estariam “impregnados” da mentalidade capitalista difundida na nossa sociedade, a da busca pelo sucesso profissional e pelo status. Mas, por outro lado, o contingente de alunos que declara ter como meta conseguir uma posição no mercado, sem explicitamente citar o sucesso ou a busca pelo status, é muito maior no caso dos alunos do 8^o ao 10^o período do que no caso dos alunos do 5^o ao 7^o (25 % contra 6,7 %). Esse resultado poderia ser analisado em conjunto com outro dado significativo: os alunos do 8^o ao 10^o período dão menos importância a obter uma posição na qual trabalhem com o que gostam (5,3 %) do que os alunos do 5^o ao 7^o (13,3 %). Isso poderia ser interpretado como uma

compreensão, por parte destes alunos, da atual situação de desemprego alto observada no país, em que as posições no mercado são acirradamente disputadas e nem sempre é possível se obter uma colocação que satisfaça suas preferências profissionais;

- 14) Essa percepção da atual situação do mercado de trabalho também aparece nas respostas dadas à pergunta 10. Dentre as opções oferecidas, a que obteve a grande maioria de citações como a de maior importância foi “Ter um bom salário”, nos dois grupos, ficando em segundo lugar a opção “Outros” (que na maioria dos casos, quando especificada, era relacionada a questões como “qualidade de vida”, “bom ambiente de trabalho” e “trabalhar no que se gosta”). Opções que indicariam um sentimento de ambição e busca por status, por parte dos alunos (como “Ocupar um cargo de chefia” e “Trabalhar em uma grande empresa”) foram pouco citadas, como as de maior valor;
- 15) Em várias das respostas dos alunos, as metas de crescimento/desenvolvimento profissional e obtenção de uma posição no mercado de trabalho eram citadas em conjunto com objetivos sociais (algumas vezes, explicitamente relacionando um objetivo ao outro) e com objetivos relacionados a questões pessoais, como proporcionar conforto à família que pretendem constituir e à qualidade de vida;
- 16) Ainda com relação à pergunta 11, chama a atenção o pequeno percentual de citação da questão ética na atuação profissional (6,7 % no grupo de alunos do 5º ao 7º período e 3,9% no grupo de alunos do 8º ao 10º).

A questão do papel do Engenheiro na sociedade é de fundamental importância, pois são suas soluções inovadoras que alavancam o progresso, o desenvolvimento e a independência tecnológica de um país. De fato, como está ressaltado na Resolução CNE/CES 11 (MACEDO, 2002), da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, que trata da Instituição das Diretrizes Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia:

“Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com 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.**”

“Art. 4º A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:

- I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
 - II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
 - III - **conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;**
 - IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
 - V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
 - VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
 - VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
 - VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
 - VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
 - IX - atuar em equipes multidisciplinares;
 - X - **compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;**
 - XI - **avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;**
 - XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
 - XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional”
- (MACEDO,2002).

Não se tem, até o momento, um documento que explicita as Diretrizes Curriculares para o Curso de Engenharia de Produção. Entretanto, a ABEPRO, por meio de uma Comissão de Especialistas em Engenharia de Produção, tem trabalhado na elaboração de Diretrizes Curriculares específicas para a Engenharia de Produção. A APEBRO defende que se crie a grande área específica da Engenharia de Produção, e este trabalho, que além de visar estabelecer Diretrizes Curriculares para o Curso de Engenharia de Produção,

também pretende definir o perfil desejado para o Engenheiro de Produção, pode ser encontrado em CUNHA (2002). O trabalho, na definição do perfil do formando, reforça ainda mais a formação humanística e social que um Engenheiro de Produção deve ter:

“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)

Quando os alunos dos dois grupos foram inquiridos com relação a seus objetivos de vida, recorrentemente surgiram temas que com frequência são objeto de preocupação para os futuros profissionais. Ainda que com percentuais de citação por vezes divergentes, as mesmas preocupações apareceram nas respostas dos alunos referentes às suas metas pessoais e ambições: desenvolvimento profissional, questões sociais, estabilidade financeira, satisfação na vida pessoal, constituição de família, reconhecimento profissional. Particularmente, nos dois grupos, desenvolvimento profissional, estabilidade financeira e preocupação com a vida pessoal foram algumas das questões mais citadas.

SENNET (1999) trata em seu livro “A Corrosão do Caráter” que o novo capitalismo impede que surjam laços fortes entre as pessoas e valores como lealdade, confiança e compromisso mútuo, pois as empresas atualmente adotam estruturas organizacionais flexíveis que geram uma alta rotatividade de empregados, com os administradores mudando a estrutura e afastando funcionários no sentido de atender a um mercado consumidor cada vez mais volátil.

Algumas das metas e preocupações dos alunos pesquisados refletem essa nova ordem. As citações de “Bom ambiente de trabalho” e “Vida pessoal”, por exemplo, são claros reflexos de uma preocupação com o que essa nova etapa do capitalismo pode acarretar. Quando o aluno fala em “qualidade de vida”, “ser feliz”, ele expressa uma preocupação com a possibilidade de que as pressões inerentes à vida profissional comecem a contaminar a vida pessoal. A citação de “trabalhar em um bom ambiente” tem relação com a tensão por que passam os empregados dessas empresas de estruturas flexíveis que vêem seus colegas sendo demitidos, relatada por Sennet em seu livro.

O mesmo ocorre quando o aluno se refere apenas a “trabalhar”, pura e simplesmente, sem declarar que tem como objetivo primordial o crescimento profissional, a subida de nível na profissão. Quando ele diz que tem como meta “trabalhar”, “arrumar emprego”, ele está na verdade expressando uma preocupação relacionada à alta rotatividade observada nas empresas com estruturas flexíveis, e que pode causar-lhe graves consequências, tanto profissionais quanto pessoais.

Não apareceram nas respostas à pergunta 11 referências explícitas à “estabilidade profissional”, ou seja, a intenção de trabalhar com um mínimo de segurança e estabilidade, sem enfrentar o risco permanente da demissão. Porém, a alta incidência das respostas relacionadas à “estabilidade financeira” pode ser relacionada a essa questão. Quando o aluno valoriza a estabilidade financeira, ele de certa forma está relacionando isso a uma estabilidade profissional, ou seja, a um desejo de trabalhar e viver com uma remuneração digna, que lhe traga qualidade de vida e conforto aos seus, e rejeitando a situação de mudanças constantes na carreira (consequência das estruturas flexíveis das empresas e da alta rotatividade que essas empresas apresentam).

A quantidade de citações de preocupação com questões sociais como objetivos de vida foi reduzida nesta pesquisa (37,8 % no grupo de alunos do 5° ao 7° período e 32,9 % no grupo do 8° ao 10°), o que não está em consonância com o perfil que deve ter um Engenheiro, conforme as Diretrizes acima mostradas. Apesar da alta incidência de respostas que conferiam grande importância à participação de alunos de graduação em empreendimentos de caráter comunitário/social, a quantidade de alunos que declararam que participam ou já participaram desse tipo de atividade foi igualmente pequena (33,3 % e 34,2% dos alunos, nos grupos do 5° ao 7° período e do 8° ao 10°, respectivamente). Um dado que deve ser considerado é que as atividades dos pais pouco influenciam os filhos a adotarem atitudes semelhantes.

Os dados da pesquisa apontam para a conclusão de que a maioria dos alunos têm maiores preocupações com questões pessoais e individuais, e na maioria dos casos, não-relacionadas ao sucesso profissional e ao status (ainda que o objetivo de desenvolvimento/crescimento profissional tenha obtido percentuais de citação consideráveis). As preocupações expressas pelos alunos (vida pessoal satisfatória, obtenção de uma posição no mercado de trabalho, estabilidade financeira, ter um bom

salário) pode ser vinculada a uma compreensão do atual momento vivido no país, em que a oferta de posições é muito menor do que a demanda e, mesmo obtendo a vaga, passa-se a vivenciar um ambiente estressante e tenso, no qual é constante a ameaça de demissão, com consequentes impactos negativos na vida pessoal. Houve ainda uma considerável quantidade de respostas nas quais estes objetivos pessoais e individuais eram citados em conjunto com os objetivos sociais.

A resposta à pergunta da pesquisa seria então a de que o curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRJ forma nos alunos a consciência social e a compreensão da importância do papel do Engenheiro para a sociedade em baixo grau. Mas esta conclusão não pode ser considerada isoladamente, sem se levar em conta o cenário atual do país e do mercado de trabalho.

Dois fatores que corroborariam esta conclusão devem ser analisados: em primeiro lugar, os próprios alunos não consideram que o curso é bem sucedido na formação dessa mentalidade. Apenas 10 alunos, no caso do grupo do 5° ao 7° período (22,2 %) e 10 alunos, no caso do grupo do 8° ao 10° período (13,2 %) consideram que o curso forma essa mentalidade em bom grau. Além disso, quando perguntado sobre como utilizar os métodos e técnicas aprendidas no curso para realizar ações com impacto positivo para a sociedade, um grande contingente de alunos não respondeu satisfatoriamente ao que era pedido. Em que pese que isso pode ter acontecido em virtude de uma incompreensão por parte de alguns do sentido da pergunta, esse dado da pesquisa sugere que parte considerável de alunos (inclusive, os que estavam cursando os últimos períodos quando a pesquisa foi realizada) não sabe como utilizar seu ferramental para realizar ações que produzam impactos positivos socialmente.

Por fim, é interessante notar que, dos alunos que afirmaram que participam, ou já participaram de ações de caráter social, vários deles revelaram estar vinculados ao Soltec, o que leva a concluir que existe um contingente de alunos que se dispõem a participar de atividades sociais, desde que estimulados pela Universidade. Levando-se em conta que as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia oferecem certa flexibilidade para a formação de Projetos Pedagógicos (desde que construídos no sentido de respeitar o perfil dos egressos, definido nas mesmas Diretrizes), inclusive incentivando atividades extra-classe, este é um momento interessante para que se produza uma reflexão e se construa um

debate acerca de uma revisão do Projeto Pedagógico para o curso de graduação de Engenharia de Produção, com o objetivo de se reforçar os aspectos humanísticos e sociais na formação dos alunos.

CAPÍTULO V. CONCLUSÕES

O fenômeno da globalização dos mercados acirrou a competição por consumidores que, com uma maior quantidade de opções, passaram a se tornar mais exigentes com relação aos produtos que demandavam. As empresas e os países foram obrigados a voltar suas atenções para questões como produtividade, otimização na utilização de recursos produtivos e qualidade, além de adotar estruturas produtivas mais flexíveis, capazes de atender à demanda de um mercado consumidor cada vez mais volátil.

Nesse cenário, a figura do Engenheiro de Produção passou a ter sua importância velozmente aumentada. A sua formação, que alia uma sólida base técnico-científica ao domínio de métodos e técnicas de gerenciamento de sistemas produtivos, o que lhe possibilita ter uma visão ampla e global dos problemas e das estruturas produtivas, tornou-o um profissional cada vez mais requisitado pelas empresas, face às novas condições do mercado mundial.

Por outro lado, conforme atestam as próprias Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia, o profissional de Engenharia deve ter sua atuação sempre balizada por uma ótica humanística e social. As suas soluções técnicas, que promovem o desenvolvimento tecnológico de um país, não devem ser adotadas sem que se leve em conta o impacto que essas soluções trarão para a sociedade.

Esse trabalho se propôs a realizar um estudo e produzir uma reflexão acerca do ensino de Engenharia de Produção na UFRJ, uma Universidade cuja Área Tecnológica é muito respeitada nacionalmente, pela excelência de seu quadro de docentes e pelos inúmeros serviços já prestados ao país, através dos Programas de Pós-Graduação da COPPE. Este estudo procurou apresentar um diferencial através da adoção de duas abordagens distintas, que se pretendiam complementares: uma, quantitativa, que se utilizou da metodologia não-paramétrica de medição de eficiência *Data Envelopment Analysis*, para medir a eficiência produtiva do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ, comparando-o a outros 23 Programas de Pós-Graduação da UFRJ, de áreas correlatas. Sob esse enfoque, o ensino foi avaliado confrontando seus resultados (os que comumente são empregados na avaliação de Programas de Pós-Graduação, tais como

produção científica, Teses e Dissertações defendidas, etc.) com os “recursos” disponíveis (docentes e pesquisadores).

A segunda abordagem, de caráter qualitativo, procurou avaliar o ensino de Engenharia de Produção sob um outro ângulo. Partindo-se da premissa de que um Engenheiro de Produção deve ser um profissional consciente de sua importância para a sociedade, foi realizada uma pesquisa com 121 alunos do 5º ao 10º período do curso de graduação, através de questionário padronizado. Através desta pesquisa, procurou-se aferir o nível de consciência social dos alunos da graduação e, desta forma, indiretamente tirar conclusões a respeito da capacidade do curso de graduação em Engenharia de Produção de formar nos alunos a consciência social e a compreensão de seu papel vital para a sociedade.

A mudança de objeto de estudo justifica-se porque consideramos que a avaliação da consciência social deveria ser realizada com alunos recém saídos do curso de graduação, tentando portanto evitar a influência que o mercado de trabalho acaba por exercer em seus objetivos e motivações. O enfoque qualitativo também pretendia investigar determinados atributos e características que uma abordagem quantitativa não é capaz de medir. Além disso, um estudo de medição de eficiência produtiva, tal como o que foi realizado na Pós-Graduação, oferece maior dificuldade quando aplicada à graduação, pela ausência da consolidação e padronização dos dados sobre atividades acadêmicas dos cursos.

Na avaliação quantitativa, o desempenho do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ foi excelente. O Programa obteve o *score* máximo de eficiência (100 %) nas quatro medições de eficiência realizadas (modelo BCC com e sem Restrições aos Pesos, SBM não-orientado e orientado a *input*). Tais resultados não surpreendem, levando-se em conta que o Programa recebeu nota 5 na recente avaliação da CAPES, correspondente às atividades acadêmicas do triênio 2001-2003. Porém, na abordagem qualitativa, os resultados merecem maior atenção e devem ser objeto de discussões e reflexões.

De uma forma geral, os alunos pesquisados demonstraram que estão com suas atenções mais voltadas para objetivos pessoais e individuais (tais como obtenção de uma posição no mercado de trabalho, qualidade de vida, estabilidade financeira e pessoal) do que para objetivos de ordem social. A quantidade de alunos que declarou participar ou já

ter participado de atividades de caráter comunitário/social foi reduzida. A quantidade de citações de ações sociais, como objetivos de vida, também foi pequena, se comparada a outras metas citadas.

Isso em absoluto deve ser condenado; na verdade, esses dados de certa forma expressam a preocupação dos alunos pesquisados com a atual situação de incerteza e insegurança no âmbito profissional e que, portanto, pode ser um motivo pelo qual vários destes estudantes se desviam das preocupações sociais.

Há um outro aspecto a ser ressaltado. Na pergunta 6, para quem escolhesse uma dentre as opções “Muito importante” e “Importante” (trabalhar em uma empresa numa função que permita ao aluno exercer atividades de impacto social), foi pedido um exemplo que como o Engenheiro de Produção pode agir socialmente no âmbito de suas atribuições, ou seja, utilizando as ferramentas que o curso de graduação lhe oferece. Já foi ressaltado no trabalho que, a princípio, a pergunta não foi bem compreendida. Mas mesmo após a correção realizada no questionário (e das recomendações feitas verbalmente aos alunos antes da realização da pesquisa), continuaram a aparecer respostas que não satisfaziam ao que era perguntado. Embora sejam minoria, ao analisarmos os resultados da pesquisa percebeu-se que havia um grupo de alunos pesquisados que não soube precisar com exatidão como utilizar a formação técnica adquirida no curso para fins sociais, indo desde respostas que não correspondiam às atribuições precípuas do Engenheiro de Produção, como atividades filantrópicas, até respostas vagas, genéricas, como “melhorar a vida dos mais necessitados” (sem que se considere que esse tipo de resposta, em absoluto, não tenha importância). Isso também transpareceu nas respostas à pergunta 11, quando o aluno mencionava ações sociais como um de seus objetivos de vida. Também deve ser ressaltado que a ampla maioria dos alunos pesquisados afirmou que consideram que o curso desperta de maneira pouco satisfatória esses valores de consciência social e importância do papel social do Engenheiro de Produção.

No entanto, os resultados obtidos pelo Soltec (Núcleo de Solidariedade Técnica da UFRJ) provam que os alunos, se estimulados pela Universidade, se engajam em projetos sociais. Portanto, é importante que não apenas mais cadeiras de cunho social seja incluídas no currículo do curso (como por exemplo a cadeira de Gestão de Projetos Solidários), mas que também as já existentes reforcem que o Engenheiro de Produção tem um compromisso

com a sociedade (como está explicitado nas Diretrizes Curriculares do Curso de Graduação em Engenharia). As próprias Diretrizes Curriculares favorecem uma rediscussão dos Projetos Pedagógicos das Universidades, no sentido de formar profissionais mais conscientes de seu papel para a sociedade.

As conclusões sobre a pesquisa expostas aqui não são exaustivas. A quantidade de dados colhidos e a abrangência da pesquisa apontam para que os resultados sejam analisados mais detidamente, na busca de uma compreensão mais profunda dos sentimentos, valores e motivações dos alunos. Além disso, esse estudo tem um caráter exploratório: ele serve de guia e ponto de partida para que estudos de natureza similar, mais aprofundados, sejam realizados, e que a análise qualitativa das respostas avance para estágios mais abrangentes, com a utilização das metodologias contemporâneas de pesquisa social (como as entrevistas em profundidade e a observação participante), que buscam um conhecimento profundo do objeto de estudo, e que questionários padronizados (como o que foi utilizado neste trabalho) não conseguem alcançar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANDEIRA, D. L. , BECKER, J. L. , BORENSTEIN, D. , 2001, “Eficiência relativa dos departamentos da UFRGS utilizando DEA”, *Recitec – Revista de Ciência e Tecnologia*, vol. 5, no. 1, pp. 116-143.

BANKER, R. D., CHARNES, A ., COOPER, W.W., 1984, “Some models for estimating Technical and Scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*, vol.30, no.9, pp. 1078-1092.

BANKER, R.D., CHANG, H., COOPER, W.W., 1996, “Equivalence and implementation of alternative methods for determining returns to scale in Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, vol. 89, pp. 473-481.

BANKER, R.D., THRALL, R.M., 1992, “Estimating most productive scale size using Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, vol. 62, pp. 74-84.

BEASLEY, J. E., 1990, “Comparing university departments”, *OMEGA Int. J. of Mgmt. Sci.*, vol. 18, no. 2, pp. 171-183.

BRADLEY, S., JOHNES, G., MILLINGTON, J., 2001, “The effect of competition on the efficiency of secondary schools in England”, *European Journal of Operational Research*, no. 135, pp. 545 – 568.

BROCKETT, P.L., CHARNES, A., COOPER, W.W., *et al.*, 1997, “Data transformations in DEA Cone Ratio Envelopment approaches for monitoring bank performance”, *European Journal of Operational Research*, vol. 98, pp. 250-265.

CABALLERO, R. , GALACHE, T. , GÓMEZ, T. , *et al.*, 2004, “Budgetary allocations and efficiency in the human resources policy of a university following multiple criteria”, *Economics of Education Review*, vol. 23, pp. 67-74.

CHARNES, A ., COOPER, W.W., RHODES, E., 1981, “Evaluating program and managerial efficiency: application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through”, *Management Science*, vol. 27, pp. 668-697.

CHARNES, A ., COOPER, W.W., RHODES, E., 1978, “Measuring the efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, vol. 2, pp. 429-444.

COOPER, W.W., THOMPSON, R.G., THRALL, R.M., 1996, “Introduction: extensions and new developments in DEA”, *Annals of Operations Research*, vol. 66, pp.3-45.

COPPER, W.W., SEIFORD, L.M., TONE, K., 2000, *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Boston, Kluwer Academic Publishers.

CUNHA, G.D., 2002, “Um panorama atual da Engenharia de Produção”, Porto Alegre. Disponível em < <http://www.abepro.org.br/diretrizes.htm> >. Acessado em: 13 de agosto de 2005.

DEBREU, G., 1951, “The coefficient of resource utilization”, *Econometrica*, vol.19, pp. 273-292.

FÄRE, R. , LOVELL, C.A.K. , 1978, “Measuring the technical efficiency of production”, *Journal of Economic Theory*, vol.19, pp. 150-162.

FARRELL, M. J., 1957, “The measurement of productive efficiency”, *Journal of the Royal Statistic Society Ser. A.*, vol. 120, pp. 253-281.

FERREIRA, D., TEIXEIRA, J.C., RODRIGUES, J.S., *et al.*, 2004, “A questão da humanização nos cursos de Engenharia”, *Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Brasília.

GATTOUFI , S. , MUHITTIN, O. , REISMAN, A. , 2004, “A taxonomy for *Data Envelopment Analysis*”, *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 38, pp. 141-158.

GIL, A . C., 1987, *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*, São Paulo, Atlas S.A.

GIL, A.C., 1988, *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*, São Paulo, Atlas S.A

GOLDENBERG, M., 2003, *A Arte de Pesquisar*, Rio de Janeiro/São Paulo, Record.

JOHNES, J. , JOHNES, G., 1995, “Research funding and performance in U.K. university departments of economics: a frontier analysis”, *Economics of Education Review*, vol. 14, no. 3, pp. 301-314.

KIRJAVAINEN, T., LOIKKANEN, H. A. , 1998, “Efficiency differences of Finish senior secondary schools: an application of DEA and Tobit analysis”, *Economics of Education Review*, vol. 17, no. 4, pp. 377 – 394.

LINS, M.P.E., MEZA, L.A., 2000, *Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Ambiente de Apoio à Decisão*, Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ.

MACEDO, A R., Resolução CNE (Conselho Nacional de Educação)/ CES (Câmara de Ensino Superior) 11, 2002. Disponível em: < <http://www.mec.gov.br/sesu/ftp/resolucao/1102Engenharia.doc>>. Acesso em : 30 de junho de 2005.

PIRATELLI, C.L., SACOMANO, J.B., HERMOSILLA, J.L.G., 2002, “Uma visão sobre qualidade de um curso de Engenharia de Produção e propostas para um projeto pedagógico diferenciado”, *XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Curitiba.

RUGGIERO, J. , BRETSCHEIDER, S. , 1998, “The weighted Russell measure of technical efficiency”, *European Journal of Operational Research*, vol. 108, pp. 438 – 451.

RUGGIERO, J. , MINER, J. , BLANCHARD, L., 2002, Measuring equity of educational outcomes in the presence of inefficiency, *European Journal of Operational Research*, vol. 142, pp. 642 – 652.

SENNETT, R., 1999, *A Corrosão do Caráter*, Rio de Janeiro/São Paulo, Record.

THOMPSON, R. G., LANGEMEIER, L.N., LEE, E.T., *et al.*, 1990, “The role of multiplier bounds in efficiency analysis with application to Kansas farming”, *Journal of Econometrics*, vol.46, pp. 93-108.

THOMPSON, R.G., SINGLETON, R.M., THRALL, R.M., *et al.*, 1986, “Comparative site evaluations for locating a high-energy physics laboratory in Texas, *Interfaces*, vol.16, pp. 16-26.

TONE, K., 2001, “A slack-based measure of efficiency in Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, vol.130, pp. 498-509.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS
(VERSÃO FINAL)

2) Se você respondeu sim na pergunta anterior, com que grau de interesse você participou (ou participa) dessa(s) atividade(s) de caráter social?

- Grande grau de interesse ()
- Bom grau de interesse ()
- Grau de interesse mediano ()
- Pequeno grau de interesse ()
- Nenhum interesse ()

3) Seus pais já participaram (ou ainda participam) de alguma atividade de caráter comunitário/social?

Sim () Não ()

4) Assinale o grau de importância que você atribui à participação ativa de alunos do curso de graduação em Engenharia em empreendimentos ou atividades de caráter social:

- Muito importante ()
- Importante ()
- Importância mediana ()
- Pouco importante ()
- Nada importante ()

5) Se você tem dois compromissos, um referente ao seu curso de graduação e o outro, referente ao seu estágio, que ocorrerão no mesmo horário, para qual você dará prioridade?

- Não faço estágio ()
- Darei prioridade ao compromisso referente ao curso de graduação ()
- Darei prioridade ao compromisso referente ao estágio ()

6) Você considera importante atuar numa empresa na qual você possa exercer alguma função ou atividade de caráter social?

- Muito importante ()
- Importante ()
- Importância mediana ()
- Pouco importante ()
- Nenhuma importância ()

Se você escolheu uma das duas primeiras opções, dê um exemplo de uma ação de impacto social que você pode fazer no exercício da sua profissão (portanto, não estamos falando aqui de ações de caráter comunitário/social que não dizem respeito às atividades específicas do profissional de Engenharia): _____

7) **Analise as afirmações abaixo:**

- **O profissional de Engenharia não deve ignorar o ambiente que será afetado pelas ações por ele desenvolvidas, prevendo as conseqüências delas e contribuindo para a perfeita assimilação da solução apresentada;**
- **O Engenheiro deve se preocupar com a aceitação de suas soluções por parte da sociedade e, para isso, tem de saber como as pessoas usarão suas criações, as repercussões destas e a preferência dos usuários. Segundo esse ponto de vista, o Engenheiro, ao adotar uma solução técnica ou tecnológica, deve levar em consideração seus méritos sobre as questões sociais;**
- **Sem o conhecimento humanístico sobre os efeitos de cada tecnologia, isto é, seus efeitos sobre o homem, jamais o Engenheiro poderá estabelecer boas condições de vida para a sociedade;**

Agora informe o seu grau de concordância com as afirmações acima:

- Concordo plenamente ()
Concordo com algumas restrições ()
Não concordo nem discordo ()
Discordo em parte ()
Discordo completamente ()

Justifique sua resposta _____

8) **Como você procederia se atuasse numa empresa na qual as soluções adotadas para os problemas não levassem em conta o impacto na qualidade de vida no ambiente de trabalho?**

9) **Em que grau você considera que o curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRJ consegue desenvolver nos alunos a noção da importância do papel social do engenheiro?**

- Desenvolve nos alunos essa noção em alto grau (os alunos são perfeitamente conscientes de seu papel na sociedade) ()
Desenvolve nos alunos essa noção em bom grau ()
Desenvolve nos alunos essa noção em grau regular ()
Desenvolve nos alunos essa noção em baixo grau ()
Não desenvolve essa noção em forma alguma ()

10) Ponha em ordem de preferência o que você mais valoriza dentre as opções abaixo, sendo 1 o que você mais valoriza, e 4 o que menos valoriza (se você utilizar a opção “Outros”, numere de 1 a 5) :

- Trabalhar em uma grande empresa ()
- Ocupar um cargo de chefia ()
- Ter um bom salário (estabilidade financeira) ()
- Realizar projetos que tenham impacto social ()
- Outros (especifique)_____ ()

Justifique a escolha da opção de maior preferência: _____

11) Escreva o que você espera realizar na sua vida.
