

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
CENTRO TECNOLÓGICO
MESTRADO PROFISSIONAL EM SISTEMAS DE GESTÃO

RICARDO PEREIRA DE MATTOS

**ASPECTOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA FORMAÇÃO DE
ENGENHEIROS: ESTUDO DE CASO NO CURSO DE ENGENHEIROS DE
PETRÓLEO DA UNIVERSIDADE PETROBRAS**

Niterói
2012

RICARDO PEREIRA DE MATTOS

**ASPECTOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA FORMAÇÃO DE
ENGENHEIROS: ESTUDO DE CASO NO CURSO DE ENGENHEIROS DE
PETRÓLEO DA UNIVERSIDADE PETROBRAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Gestão da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Sistemas de Gestão. Área de concentração: Segurança do Trabalho

Orientadora:
Denise Alvarez, D. Sc.

Niterói
2012

MATTOS, Ricardo Pereira de.

Aspectos de Segurança do Trabalho na Formação de Engenheiros: Estudo de Caso no Curso de Engenheiros de Petróleo da Universidade Petrobras/ Ricardo Pereira de Mattos
Niterói, 2012

105f.: il., 30cm.

Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão - Segurança do Trabalho) - Universidade Federal Fluminense, 2012.

1. Formação de engenheiros.
2. Educação corporativa.
3. Segurança do trabalho.

CDD

RICARDO PEREIRA DE MATTOS

**ASPECTOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA FORMAÇÃO DE
ENGENHEIROS: ESTUDO DE CASO NO CURSO DE ENGENHEIROS DE
PETRÓLEO DA UNIVERSIDADE PETROBRAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Gestão da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Sistemas de Gestão. Área de concentração: Segurança do Trabalho

Aprovado em ____ / ____ / _____

BANCA EXAMINADORA

Denise Alvarez, D. Sc. (Orientadora)
Universidade Federal Fluminense

Marcelo Gonçalves Figueiredo, D. Sc.
Universidade Federal Fluminense

Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos, D. Sc.
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Dedico este trabalho

Dedico este trabalho de pesquisa à memória do meu pai, Eduardo Veiga de Mattos, que desde cedo me ensinou sobre ética e responsabilidade, não apenas com palavras, mas com seu jeito de ser e de agir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me proteger, abençoar e fortalecer, permitindo-me transpor, diariamente, as barreiras que tentam impedir que eu permaneça na caminhada.

Agradeço aos meus pais, Eduardo e Lélia, que com carinho, atenção e trabalho, me garantiram uma educação de qualidade.

Agradeço à minha família, especialmente à minha esposa, Claudia, que me incentivou a iniciar e completar esta etapa. E aos meus filhos Mariana, Eduardo e Luciana, minhas pedras preciosas, que brilham diariamente, iluminando a minha vida.

Agradeço aos meus colegas da Universidade Petrobras, cujo convívio me permitiu discutir e aprender cada dia mais sobre o que é Educação. Em especial ao engenheiro Helton Luiz Santana Oliveira, que me incentivou a cursar o Mestrado.

Agradeço à professora Denise Alvarez, minha orientadora, pois quando pensei que eu tivesse sido vencido pelas barreiras e perdido todos os prazos, ela serenamente me mostrou que ainda acreditava que eu pudesse alcançar a linha de chegada.

“A loucura também se refere às emoções conflituosas que a segurança, ou melhor, o seu oposto, um acidente sério, faz surgir. A primeira e mais dolorosa, é o luto sem esperança, às vezes tornando-se numa fúria louca que ocorre com a morte ou lesão grave de um membro familiar ou amigo. É para prevenir esta loucura, a dor, o luto e a perda, que a maior parte de nós, no campo da segurança, dedica as nossas vidas e todas as nossas capacidades.” (Andrew Hale, Professor da Universidade de Tecnologia de Delft, na Holanda, em sua última aula, antes de se aposentar.)

RESUMO

O exercício profissional das atividades de engenharia requer compromissos com a gestão de riscos. Neste estudo buscou-se verificar de que forma a educação dos engenheiros contempla os conhecimentos necessários para uma atuação responsável, que considere os aspectos de saúde e segurança dos trabalhadores, bem como de outras pessoas que possam estar sujeitas aos riscos relacionados a seus projetos, produtos e serviços. O objetivo da pesquisa, a partir do levantamento dos requisitos para uma atuação responsável dos engenheiros, é identificar possíveis lacunas a serem preenchidas pelas escolas de engenharia e pelas empresas para contemplar de forma eficaz os aspectos de saúde e segurança dos trabalhadores no processo de formação profissional dos engenheiros. Para alcançar esse objetivo, fez-se uma revisão da literatura, abordando a importância do tema da segurança das pessoas e dos processos, as características da engenharia e dos engenheiros e os requisitos de sua formação. Em seguida, um estudo de caso foi apresentado, com a análise da formação complementar de engenheiros de petróleo, adotada por uma empresa brasileira do setor de petróleo e gás (Petrobras), por intermédio de sua universidade corporativa. Procurou-se identificar se nesta formação complementar estavam presentes os aspectos de saúde e segurança, compatíveis com o setor de elevado grau de risco no qual a empresa realiza as suas operações. A revisão da literatura evidenciou, tanto em trabalhos acadêmicos quanto em documentos legais e normativos, que a sociedade espera dos engenheiros um perfil de atuação humanista, sustentável e responsável. E que a ciência e a tecnologia não são neutras, ou seja, as decisões e os projetos podem trazer impactos à saúde e segurança das pessoas que devem ser avaliados de forma integrada. Por isso, o ensino de engenharia deve contemplar o desenvolvimento das competências vinculadas à gestão da segurança. A análise do estudo de caso permitiu concluir que a empresa já inseriu no processo de formação dos engenheiros de petróleo, os conteúdos voltados à saúde e segurança, na forma de disciplinas específicas, tanto no processo de formação inicial de seus novos empregados, quanto na educação continuada. Entretanto, face ao elevado grau de risco de suas operações, constata-se que ainda há espaço para ampliar este enfoque, não só com um aumento da carga horária destinada a esses aspectos, mas com a incorporação do conceito da transdisciplinaridade, isto é, contemplando este enfoque dentro das demais disciplinas.

Palavras-chave: Formação de engenheiros. Educação corporativa. Segurança do trabalho.

ABSTRACT

The professional practice of engineering requires commitment to risk management. This study aims to determine how the education of engineers includes the expertise to responsible action, to consider aspects of health and safety of workers, as well as others who may be subject to the hazards related to their projects, products and services. The objective of the research, based on a survey of the requirements for responsible action of the engineers, is to identify possible gaps to be filled by engineering schools and companies to effectively cover the aspects of health and safety of workers in the process of training engineers. To achieve this goal became a literature review, addressing the importance of the issue of safety of people and processes, the characteristics of engineering and engineers and their training requirements. Then a case study was presented, with the analysis of additional training of petroleum engineers, adopted by a brazilian company in the oil and gas (Petrobras), through its corporate university. Sought to identify whether this additional training was attended by health and safety aspects, consistent with the sector high degree of risk in which the company conducts its operations. The literature review showed, both in academic work and in legal and normative documents that society expects of engineers a humanist, sustainable and responsible performance. And that science and technology are not neutral, that is, decisions and projects can bring impacts to health and safety of persons who should be assessed in an integrated manner. Therefore, the education of engineers should consider the development of skills related to safety management. The analysis of the case study showed that the company has already entered the process of formation of petroleum engineers, the content focused on health and safety in the form of specific disciplines, both in the process of training its new employees, and in continued education. However, given the high degree of risk in its operations, it appears that there is still room to expand this approach, not only with an increased workload aimed at those aspects, but with the incorporation of the concept of transdisciplinarity, ie considering this approach within other disciplines.

Keywords: Engineering education. Corporate education. Occupational safety.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Relação completa das normas regulamentadoras vigentes no ano de 2012	29
Quadro 02 - Lista de doenças profissionais ou do trabalho/ fatores de risco de natureza ocupacional.....	38
Quadro 03 - Requisitos de atuação dos engenheiros	57
Quadro 04 - Cursos do Sistema Educacional Corporativo da Petrobras	70
Quadro 05 - Conceitos relacionados aos requisitos de atuação de engenheiros.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Estrutura organizacional da Universidade Petrobras	68
Figura 02 - Evolução da participação de empregados da Petrobras nos cursos de formação	70
Figura 03 - Qualificação do corpo docente do Sistema Educacional Corporativo da Petrobras	71
Figura 04 - Quantidade acumulada de <i>blowouts</i> em operações de perfuração, por 1.000 poços perfurados.....	79
Figura 05 - Matriz de materialidade: temas prioritários e estratégicos	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Graus de infração e valores atribuídos, em UFIR	30
Tabela 02 - Convenções internacionais da OIT relacionadas ao tema da segurança e saúde no trabalho, com informações sobre a sua ratificação pelo Governo brasileiro	32
Tabela 03 - Dados estatísticos sobre acidentes do trabalho no Brasil, de 1999 a 2008	34
Tabela 04 - Taxa de frequência de acidentados com afastamento, em setores econômicos e nas empresas Petrobras e Vale, por milhão de homens-hora trabalhadas.	36
Tabela 05 - Número de fatalidades em setores econômicos e nas empresas Petrobras e Vale, em valores absolutos.	36

LISTA DE SIGLAS

ABET	<i>American Board of Engineering and Technology</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AISS	<i>Association Internationale de la Securité Sociale</i>
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
API	<i>American Petroleum Institute</i>
CEP	Código de Ética Profissional
CFR	<i>Code of Federal Regulation</i>
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DJSI	<i>Dow Jones Sustainability Index</i>
ILO	<i>International Labour Office</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
MPAS	Ministério da Previdência e Assistência Social
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
OGP	<i>International Association of Oil and Gas Producers</i>
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
OIT –	Organização Internacional do Trabalho
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
PFRH –	Programa de Formação de Recursos Humanos
PROMINP	Programa de Mobilização da Indústria Nacional do Petróleo e Gás Natural
PSM	<i>Process Safety Management</i>
SGSO	Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional
SMS	Segurança, Meio Ambiente e Saúde
SPE	<i>Society of Petroleum Engineering</i>
SPEC	<i>Standard for Professional Engineering Competence</i>
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
SWMS	<i>Safe Work Management System</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS.....	19
1.1.1 Objetivo geral	19
1.1.2 Objetivos específicos.....	19
1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	19
1.3 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO E JUSTIFICATIVA.....	20
1.4 METODOLOGIA DO ESTUDO	21
1.5 QUESTÕES	22
1.6 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO.....	23
2 ACIDENTES, ACIDENTADOS E ADOENTADOS	24
2.1 GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE	24
2.2 CONFORMIDADE LEGAL	27
2.3 OS ACIDENTES DO TRABALHO	33
2.4 ACIDENTADOS E ADOENTADOS	37
2.5 ACIDENTES AMPLIADOS	43
2.6 A ENGENHARIA, OS ENGENHEIROS E A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA....	48
2.6.1 A Engenharia	48
2.6.2 Os Engenheiros.....	50
2.6.3 A formação dos engenheiros	58
3 ESTUDO DE CASO	66
3.1 A EMPRESA E A FORMAÇÃO DE SEUS ENGENHEIROS	66
3.2 ASPECTOS DE SAÚDE E SEGURANÇA NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS.....	71
3.3 O PROCESSO SELETIVO PÚBLICO	73
3.4 OS CURSOS DE FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS E A EDUCAÇÃO CONTINUADA.....	77
3.5 DISCUSSÃO SOBRE O ESTUDO DE CASO.....	84

4 ANÁLISES E DISCUSSÕES FINAIS SOBRE A FORMAÇÃO DOS	
ENGENHEIROS.....	87
4.1 RESPOSTA ÀS QUESTÕES	88
4.2 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS	89
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS	93

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia, os engenheiros e a própria tecnologia, que é a matéria-prima do seu trabalho, são colocados em xeque, diante de cada acidente que acontece. Sejam acidentes do trabalho, doenças ocupacionais ou ainda os acidentes de trânsito, aéreos e acidentes industriais ampliados. E o que desafia é saber que na maioria desses casos se está falando de projetos de engenharia. Portanto, o que inquieta e inspira esta pesquisa é a dúvida sobre o conhecimento dos engenheiros quanto aos aspectos de segurança e saúde envolvidos em seus projetos, em suas decisões e em suas relações com os trabalhadores e com o meio ambiente do trabalho. Mais intrigante se torna essa dúvida quando se sabe que muitos deles irão trabalhar em empresas de elevado grau de risco.

O ensino de engenharia está preparando os profissionais quanto ao conhecimento e tratamento dos riscos inerentes às suas atividades reais de trabalho, que podem comprometer a segurança e saúde dos trabalhadores da empresa e da comunidade em que se localiza?

Essa pergunta é formulada como o problema desta pesquisa, aquilo que se pretende estudar para compreender e promover melhorias, considerando a responsabilidade das empresas em complementar a formação dos seus engenheiros recém contratados, com foco em seu negócio e nos riscos a ele associados.

A preocupação das empresas com a formação inicial e continuada dos seus empregados vem se tornando cada vez mais evidente e algumas delas organizaram sua área de capacitação e desenvolvimento em universidades corporativas. Segundo Marquez (2002, p. 46), “a apropriação do termo universidade é uma opção das empresas para colocar num nível mais elevado a unidade de treinamento, desenvolvimento e educação da empresa”.

Ao preparar seus cursos, as universidades corporativas partem do pressuposto que os novos empregados já receberam os conhecimentos básicos necessários para o desempenho de suas atividades, cabendo a elas complementar essa formação com os aspectos específicos do seu negócio. Entretanto, o que se pretende pesquisar são as lacunas na formação dos engenheiros, quanto aos conhecimentos necessários para garantir a segurança dos processos, dos trabalhadores e da população de uma forma geral. Dito de outra forma pretende-se identificar a necessidade de as empresas, em especial aquelas que atuam em atividades de elevado grau de risco, investirem no ensino dos conceitos básicos de segurança e saúde dos trabalhadores, inclusive a segurança de processos, ao tratarem da educação continuada dos seus engenheiros.

Em suma, pretende-se discutir as alternativas para as empresas suprirem a carência de uma educação superior que muitas vezes não contempla o desenvolvimento das competências para a atuação do engenheiro em um ambiente de trabalho com exposição a riscos de acidentes e doenças. Esse aspecto da educação continuada dos engenheiros poderá ser objeto de ação estratégica das empresas com os demais atores sociais, por intermédio de suas universidades corporativas. Em especial ao se considerar, tal como Sá (2008, p. 50), que no espectro de seu atendimento aos públicos de interesse com os quais ela se relaciona, “é papel da empresa desenvolver também clientes e fornecedores de serviços e de matéria-prima”. Em outras palavras, a atuação responsável da empresa requer o envolvimento, além dos seus empregados, de todos aqueles que influenciam as suas ações e aqueles por ela influenciados, dentro das relações do seu negócio.

Se há riscos inerentes à atividade da empresa, o conhecimento desses riscos e das formas de reduzi-los deve ser informação obrigatória aos engenheiros que integram esses públicos de interesse.

É bem verdade que esses aspectos são importantes na formação de qualquer trabalhador e não apenas dos engenheiros. Essa preocupação deve existir quanto aos egressos de quaisquer cursos de graduação, conforme destacado por Gadegast (2005, p.14):

Cabe, pois, a análise de como os cursos de graduação estão formando os seus egressos, para que tanto no seu exercício profissional quanto no exercício de sua cidadania estejam qualificados para a gestão da segurança.

Aliás, essa necessidade da integração dos aspectos de Segurança e Saúde em todos os níveis do sistema educacional está presente em alguns documentos internacionais, como é o caso do Protocolo da Cidade de Québec (AISS, 2003) e de um relatório específico da Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2004). O primeiro, que teve a participação oficial do Brasil e de mais oito países (Alemanha, Canadá, Espanha, Estados Unidos, França, Portugal, Reino Unido e Suíça) define os princípios e as condições de um processo que integre a saúde e a segurança no trabalho ao ensino e à formação profissional. O segundo, fruto da decisão da Comunidade Europeia de utilizar a educação para fortalecer a cultura da prevenção, apresenta um elenco de 36 boas práticas e estudos de casos demonstrando essa integração de educação e prevenção na Bélgica, Dinamarca, Alemanha, Grécia, Espanha, França, Irlanda, Itália, Holanda, Áustria, Finlândia, Suécia e Reino Unido.

No Brasil, a intenção dessa integração também está documentada. O Ministério do Trabalho, quando elaborou, em 1989, um Plano Geral de Ação na área de Saúde e Segurança

do Trabalho, incluiu um tópico intitulado Educação para a Prevenção, indicando a necessidade de ações para a introdução de conteúdo sobre segurança e saúde do trabalhador na Rede de Ensino (BRASIL, 1989). Em 2005, os Ministérios do Trabalho, da Previdência Social e da Saúde, firmaram um documento onde propunham uma Política Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho. Entre as diretrizes dessa proposta, uma delas foi dedicada ao tema Educação e Formação Profissional, apresentando como uma das estratégias a inclusão de disciplinas de Segurança e Saúde do Trabalho no currículo de ensino superior, em especial nas carreiras de profissionais de saúde, engenharia e administração (BRASIL, 2005).

Diante da notória evidência da necessidade dessa Educação para a Prevenção, o que dizer sobre a formação dos engenheiros? Não são poucos os autores que vêm demonstrando a preocupação com essa categoria profissional. Pode-se partir da mesma premissa de Bittencourt (2003) e considerar que os egressos das escolas de engenharia devem, ao mesmo tempo, atender às intensas transformações científicas e tecnológicas e posicionar-se de modo crítico e consciente nas diferentes esferas da vida, dentre elas a própria esfera do trabalho. Por outro lado, Toft, Howard e Jorgensen (2003) observam que os engenheiros ocupam posição privilegiada na sociedade e são tomadores de decisão, mas nem sempre associam a sua atividade com as causas dos acidentes.

O ensino de engenharia prepara os estudantes para encontrar soluções técnicas para os problemas com os quais se defronta, mas de acordo com Colombo e Bazzo (2001), nem sempre contempla os aspectos sociais dos projetos. Na reflexão desses autores, ao entender que, na elaboração de um projeto, se está fazendo escolhas, deve-se esperar que os engenheiros tenham consciência da complexidade e da dimensão das escolhas feitas, pois o resultado pode envolver consequências materiais, econômicas, sociais, ambientais, e entre elas, o possível comprometimento da saúde ou da integridade física dos usuários desses projetos. Na mesma linha de pensamento, Harris Jr. (2008) afirma que os engenheiros são frequentemente chamados a tomar decisões que não são socialmente neutras. Por isso ele considera que uma competência ligada a excelência do trabalho dos engenheiros é a sensibilidade “tecnossocial”, ou seja, uma visão crítica da forma como a tecnologia afeta a sociedade e a forma como as forças sociais afetam a evolução da tecnologia.

Como se vê, essa visão maior, holística, esperada para os engenheiros, não se aplica apenas para os aspectos de segurança e saúde, mas para o meio ambiente, as relações de trabalho, os perfis de consumo, ética profissional e tantos outros temas complexos. Existe, inclusive, um movimento, denominado Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para discutir essa inserção social da engenharia. Esse movimento, apresentado por Auler e Bazzo (2001)

sob uma perspectiva da realidade brasileira, tem entre seus principais objetivos convergentes a promoção do interesse dos estudantes para estudar os fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social. E também abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico. Essa integração entre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências busca a formação de cidadãos capazes de tomar decisões informadas e ações responsáveis, desenvolvendo um pensamento crítico e independência intelectual.

No âmbito corporativo, a distância entre a formação acadêmica e os ambientes reais de trabalho pode ser uma das causas das dificuldades de articulação e de comunicação entre engenheiros e operadores no “chão de fábrica”, relatadas por diversos autores (DANIELLOU, 1995; MENDEL, 1999; LLORY, 1999; DOWNEY, 2005). E isso pode ter um impacto no atingimento de objetivos e metas. Downey (2005) menciona que as dimensões “não-técnicas” do processo podem ser um fator determinante para o resultado desejado de um projeto. Portanto, os engenheiros precisam considerar não apenas as especificações operacionais de um sistema, mas também as habilidades, capacidades, expectativas e compreensão dos usuários em todos os estágios do “ciclo de vida do sistema”, desde o estágio conceitual até o seu descomissionamento (KIRWAN; AINSWORTH, 1992). Mais do que isso, é necessário reconhecer a existência permanente de variabilidades nas situações reais de trabalho, caracterizando-se uma distância permanente entre o trabalho prescrito e o trabalho real, que é onde acontece a atividade de trabalho (TELLES; ALVAREZ, 2004).

Sendo assim, ao tratar da formação dos engenheiros é mister destacar que a percepção da permanente distância entre o trabalho prescrito e o trabalho real deve ser considerada e reconhecida como inerente aos processos de trabalho tanto nos projetos quanto na operação. Afinal, refletindo tal qual Schwartz (2007, p. 40), “se não sabemos que existem coisas a encontrar, que existem diferenças a descobrir, não as encontraremos”.

A fragmentação do conhecimento em disciplinas, embora tenha sido utilizada para organizar o sistema de aprendizagem, pode ter sido uma das causas do distanciamento entre a educação formal e o mundo real, especialmente o mundo do trabalho; e isso pode se refletir na capacidade de identificação e gerenciamento dos riscos. Sobre esse aspecto, Mendel (2001, p.15-16) afirma que “um acidente de grande extensão é, pode-se dizer, a desforra da realidade global sobre a visão reducionista da ciência especializada”. Os educadores também têm estado atentos a esse assunto conforme atestado a seguir por Sommerman (2006, p. 28):

[...] no que diz respeito à pesquisa acadêmica, começaram a reaparecer, na metade do século XX, propostas que buscavam compensar a hiperespecialização disciplinar e propunham diferentes níveis de cooperação entre as disciplinas, com a finalidade de ajudar a resolver os problemas causados pelo desenvolvimento tecnológico e pela falta de diálogo entre os saberes decorrentes dessa hiperespecialização.

Demonstrando o mesmo tipo de preocupação com esse reducionismo, Morin (2004, p. 42) apresenta a seguinte reflexão:

Até meados do século XX, a maioria das ciências obedecia ao princípio da redução, que limitava o conhecimento do todo ao conhecimento de suas partes, como se a organização do todo não produzisse qualidades ou propriedades novas em relação às partes consideradas isoladamente.

Dessa forma, a situação de ensino que melhor está adequada à necessária visão holística do engenheiro parece ser aquela que contextualiza o conhecimento técnico-científico à realidade sociotécnica dos ambientes de trabalho. É nesse contexto que se situa esta pesquisa, reconhecendo que o desafio de formar cidadãos não é exclusivo da academia ou da empresa, mas da sociedade como um todo. Conforme destacou Collares (2002, p. 48), “para que isto ocorra é necessário superar a fragmentação do saber nas situações de ensino”.

O desenvolvimento desse estudo também foi influenciado pela trajetória do autor, atuando há muitos anos nos cursos de especialização de engenharia de segurança do trabalho e constatando a carência de informações demonstrada por engenheiros ao ingressarem no curso. Depois disso, atuando como docente na Universidade Petrobras, percebendo como muitos dos engenheiros recém admitidos demonstravam completo desconhecimento de requisitos básicos de segurança, das prescrições para o trabalho seguro e da história dos grandes acidentes da indústria mundial. Desconhecer, nesses casos, significará não incluir no escopo de seus requisitos de projeto, operação ou manutenção. E é o que se pretende impedir por intermédio de uma educação que enfatize e valorize a atuação humanista, sustentável e responsável.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Identificar o conhecimento em segurança e saúde do trabalho requerido para engenheiros admitidos em uma empresa do setor de petróleo e gás. A partir daí, identificar lacunas a serem preenchidas pelas escolas de engenharia ou pelas empresas que admitem engenheiros, para contemplar os aspectos de saúde e segurança dos trabalhadores, em seu processo de formação profissional.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar conteúdos mínimos na área de Segurança do Trabalho para o desenvolvimento de atividades dos engenheiros em empresas de grau de risco elevado.
- Conhecer, por meio de um estudo de caso, a situação atual desses aspectos na formação dos engenheiros admitidos em uma empresa da área de petróleo e gás.
- Apontar alternativas para a academia e para as empresas, visando à integração do tema da prevenção de acidente nos processos de educação técnica profissional.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Embora o problema tenha uma abrangência global, conforme ficou evidenciado na pesquisa bibliográfica, a pesquisa buscou informações na realidade da educação corporativa de engenheiros brasileiros. Para direcionar o estudo a um grupo específico de engenheiros, optou-se pelos programas educação corporativa para engenheiros de petróleo de uma empresa brasileira da área de petróleo e gás, a Petrobras, com atuação em processos de elevado grau de risco, tais como exploração e produção de petróleo e gás em plataformas marítimas,

refinarias, fábricas de fertilizantes, usinas termelétricas, usinas de biocombustíveis, entre outras instalações da área de química e petroquímica. Esses programas, objeto do estudo de caso, são direcionados a engenheiros aprovados em um processo de seleção pública e classificados de acordo com a melhor pontuação em provas de conhecimentos teóricos específicos. Imediatamente após a contratação, eles passam por um curso de formação, com duração estimada em 12 meses. Além dessa formação inicial, a empresa oferece uma cartela de cursos de atualização, dentro do conceito de educação continuada.

Portanto, a delimitação se estabelece ao se especificar que o estudo se restringe aos programas de formação e de educação continuada para engenheiros de petróleo admitidos durante o ano de 2011. Essa restrição se faz necessária, uma vez que os programas são dinâmicos, assim como os processos seletivos.

1.3 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO E JUSTIFICATIVA

O estudo permitirá a identificação de algumas características necessárias à formação dos engenheiros quanto ao gerenciamento dos riscos dos ambientes de trabalho. Essa identificação permitirá às empresas, especialmente aquelas de grau de risco elevado, adequar os seus programas de formação às necessidades específicas detectadas. Além disso, permitirá que as faculdades de engenharia também identifiquem essas características e que possam prover essas informações aos graduandos, pois nem todas as empresas possuem programas de formação. Os acidentes de trabalho e as doenças relacionadas ao trabalho apresentam-se em grande quantidade no Brasil, causando elevadas despesas tanto por parte das empresas quanto pelo poder público. As ações de melhorias na identificação e tratamento dos riscos dos ambientes de trabalho podem contribuir para a melhor gestão dos recursos, direcionando-os para ações de prevenção e reduzindo aqueles destinados às ações relacionadas a indenizações e reparações. Essas últimas, após a ocorrência dos acidentes, estão associadas a traumas físicos e psicológicos nem sempre reversíveis.

1.4 METODOLOGIA DO ESTUDO

A metodologia baseou-se em uma revisão da literatura de pesquisas e projetos relacionados à educação em engenharia que abordavam o caráter interdisciplinar e transdisciplinar da formação dos engenheiros. Focou-se os aspectos relacionados à segurança dos trabalhadores e dos processos. Essa revisão tomou por base os principais bancos de dados nacionais e internacionais, livros e anais de eventos relacionados a esse tema, bem como a legislação aplicável.

De posse desses dados foi possível identificar os conteúdos e compará-los com os requisitos identificados na revisão da literatura. Essa análise visou à proposição de ações de educação corporativa para complementar a formação dos engenheiros face aos riscos que irão se defrontar nos ambientes reais de trabalho da empresa para a qual foram aprovados.

Essa metodologia foi escolhida, pois a empresa tem elevado grau de risco, e os engenheiros admitidos passam por um programa de formação inicial no qual é possível obter essas informações.

Primeiramente deve-se constatar que não se encontrou na revisão bibliográfica uma abordagem que trouxesse as respostas ao que está sendo buscado neste estudo. Dessa forma, tal qual nos ensina Minayo (1994), procurou-se encontrar as respostas a partir de sondagem da realidade. Em nosso caso específico teve-se a intenção de compreender como se dá a formação dos engenheiros. Ou seja, tratou-se de tentar mapear as possíveis lacunas na formação dos engenheiros que ingressam para trabalhar em uma empresa com grau de risco elevado. Torna-se importante destacar, como bem frisa Minayo (1992), que as respostas obtidas estão relacionadas ao tempo, ao espaço e às personagens dessa história que segue mudando.

Este estudo é do tipo descritivo, pois se debruça sobre a realidade da formação dos engenheiros, a partir das informações coletadas em uma situação real: os cursos promovidos pela empresa para os seus engenheiros. Dessa forma, tomaram-se por base os documentos que formulam os conceitos da formação de uma população de engenheiros no âmbito da empresa com o propósito de compreender suas características quanto aos aspectos de segurança e saúde dos trabalhadores.

O foco do estudo foi a universidade corporativa de uma empresa brasileira da área de petróleo e gás (Petrobras), com sede na cidade do Rio de Janeiro, na qual existem programas de formação complementar para engenheiros. O direcionamento do estudo esteve voltado à

formação complementar dos engenheiros admitidos na empresa durante o ano de 2011. De tal maneira que se estudaram as informações relacionadas aos cursos de formação e de educação continuada dos engenheiros de petróleo. A escolha deste cargo deveu-se ao fato de a sua atuação na empresa estar vinculada a processos de elevado grau de risco, e de ser um dos cursos de especialização considerado em nível de pós-graduação *lato sensu* pelo Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2008), dentro do Sistema Educacional Corporativo da Petrobras.

A coleta de dados foi efetuada nos seguintes documentos: Resolução do Conselho Nacional de Educação que credenciou o Sistema Educacional Corporativo da Petrobras, Projeto Pedagógico do curso, Edital do Processo Seletivo Público, questões das provas desse processo, Relatório de Sustentabilidade e Relatório Anual de Recursos Humanos da Petrobras, e em demais documentos produzidos pela Petrobras e por seus dirigentes que retratam as características dos seus programas de educação corporativa, tais como apresentações em congressos e seminários, entrevistas e portal na internet. Os documentos foram analisados buscando relacioná-los com os requisitos de formação dos engenheiros, segundo os critérios elencados na pesquisa bibliográfica. Foi também considerada como fonte de pesquisa para o estudo de caso a produção científica relacionada à educação corporativa empresarial.

1.5 QUESTÕES

A partir da definição do problema de pesquisa, surgem algumas questões que se pretende responder com este trabalho.

1. O ensino de engenharia está preparando os profissionais quanto ao conhecimento e tratamento dos riscos inerentes às suas atividades reais de trabalho, que podem comprometer a segurança e saúde dos trabalhadores da empresa e da comunidade em que se localiza?

Essa questão principal, que norteará a pesquisa, evoca algumas outras, em caráter complementar:

2. A formação dos engenheiros, dentro da empresa, contempla uma abordagem voltada à complexidade dos ambientes sociotécnicos em que vão atuar, no que diz respeito à gestão de riscos e prevenção de acidentes?
3. A empresa inclui, em seu processo de educação continuada de engenheiros, a oferta de soluções educacionais voltadas ao tema da saúde e segurança dos trabalhadores?

1.6 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

No capítulo 1, na introdução, é feita a apresentação do problema, descrevendo-o, e estabelecendo a delimitação do estudo. Em seguida, é justificada a importância e relevância de estudá-lo. A partir dessas premissas são formuladas as questões que se pretende responder ao final da pesquisa.

No capítulo 2, uma revisão da literatura mostra as pesquisas e projetos relacionados à educação em engenharia que abordam o caráter interdisciplinar e transdisciplinar da formação dos engenheiros, em especial quanto aos aspectos relacionados à segurança dos trabalhadores e dos processos. Essa revisão toma por base os principais bancos de dados nacionais e internacionais, livros e anais de eventos relacionados a esse tema, bem como a legislação aplicável.

Após a revisão da literatura e com a fundamentação teórica explicitada, o Capítulo 3 apresenta um estudo de caso com programas de formação inicial e continuada para engenheiros de petróleo, no âmbito do sistema educacional corporativo da Petrobras, materializado em sua universidade corporativa. Com esses programas buscou-se obter informações sobre os conteúdos de segurança do trabalho presentes no curso de formação inicial e na educação continuada promovida pela empresa.

No Capítulo 4, são apresentadas as análises e conclusões, tendo por base tanto a fundamentação teórica quanto os resultados do estudo de caso. Também são respondidas as questões elencadas no Capítulo 1, que resumem o atendimento aos objetivos do estudo. Completando a análise, são feitas propostas para trabalhos futuros e apresentadas as considerações finais.

2 ACIDENTES, ACIDENTADOS E ADOENTADOS

Neste capítulo, pretende-se apresentar uma visão geral sobre a questão dos acidentes e doenças relacionadas ao trabalho e das vítimas dessas ocorrências. Passando pela integração desse tema na gestão das empresas, pelas prescrições técnicas e legais e pelas quantidades estimadas desses eventos, almeja-se evidenciar a relevância do assunto no campo dos estudos do trabalho. Em seguida, apresentam-se as diferentes formas em que o tema aparece na formação de engenheiros, no Brasil e no mundo, buscando-se a fundamentação teórica e a revisão da literatura sobre o assunto.

2.1 GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE

Para tratar do trabalho dos engenheiros e da integração de aspectos de segurança do trabalho em sua formação, torna-se necessário apresentar a importância desse assunto na gestão das empresas e mais do que isso, na realidade do mundo do trabalho. A gestão de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) nas empresas tem por fundamento a prevenção de acidentes e doenças; e por objetivo maior a preservação da integridade física e a promoção da saúde dos trabalhadores. Normas, diretrizes, legislação específica, enfim, há uma série de prescrições visando à proteção dos trabalhadores e adicionalmente o patrimônio, o meio ambiente e as comunidades vizinhas aos empreendimentos. Porém, conforme destacam Quelhas e Lima (2006), mais do que cumprir as prescrições legais, é questão de sustentabilidade para as empresas construir e manter um ambiente de trabalho seguro e saudável, pois essas ações, além de contribuírem para aumentar a produtividade, diminuem o custo do produto final, reduzindo as interrupções no processo, o absenteísmo e os acidentes e doenças relacionadas ao trabalho.

Diversos modelos de sistemas de gestão foram desenvolvidos no mundo, buscando-se a excelência nesse tema. Embora o conceito de excelência seja subjetivo, considera-se, dentro dos sistemas de gestão, que o seu alcance é possível e mensurável, a partir do atingimento dos objetivos estabelecidos pelas organizações em sua Política de Segurança e Saúde no Trabalho. A Organização Internacional do Trabalho (OIT) elaborou as Diretrizes sobre Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho, denominada ILO-OSH 2001, e definiu seus

objetivos estabelecendo que elas devem contribuir para proteger os trabalhadores contra perigos e eliminar lesões, doenças, acidentes, degradações da saúde e mortes relacionadas ao trabalho (ILO, 2001). As diretrizes propostas pela OIT reforçam o papel da participação dos trabalhadores e de seus representantes, bem como destacam o apoio que deve ser dado pela organização às empresas contratadas para prestação de serviços no interior de seus estabelecimentos. Esses dois aspectos são algumas das diferenças entre essas diretrizes e os demais documentos sobre sistemas de gestão de Segurança e Saúde. Somam-se a eles o fato de a aplicação das diretrizes não estar vinculada a um processo de certificação.

Outra referência de grande amplitude é a norma britânica OHSAS 18001, que vem sendo utilizada por inúmeras organizações em todo o mundo para certificar a adesão a um sistema de gestão de SST. Esta norma integra a Série de Avaliação da Segurança e Saúde no Trabalho (*Occupational Health and Safety Assessment Series - OHSAS*) e especifica os requisitos de um sistema de gestão de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) para permitir a uma organização controlar os seus riscos de acidentes e doenças ocupacionais e melhorar o seu desempenho nessa área. Ela é complementada pela OHSAS 18002 – Diretrizes para a Implantação da OHSAS 18001 (BSI, 2007).

Alguns países desenvolveram suas próprias referências para sistemas de gestão de SST, como são os casos das normas ANSI/AIHA Z10 (EUA), AS/NZS 4801 (Austrália e Nova Zelândia), NP 4397 (Portugal) e CSA Z1000-06 (Canadá). No Brasil, onde muitas organizações utilizam a norma OHSAS 18001, foi editada uma norma brasileira sobre o assunto em 2010. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estava desenvolvendo dois projetos de normas, uma para requisitos e outra de diretrizes para implantação de um sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho (ABNT, 2008). Em 2010, o projeto de norma de requisitos foi aprovado, transformando-se na norma técnica ABNT NBR 18801.

Além dos sistemas de gestão desenvolvidos por instituições de normalização técnica, nacionais e internacionais, alguns outros foram desenvolvidos por organizações setoriais. A *Oil & Gas Producers* (OGP)¹ tem um conjunto de sete diretrizes para o desenvolvimento e aplicação de sistemas de gestão de segurança e saúde. O *American Petroleum Institute* (API) também tem uma norma para o desenvolvimento de um programa de gestão de segurança e meio ambiente para instalações e operações *offshore*, reunidas em um documento denominado API RP 75². É um programa de gestão com 11 elementos. No setor de energia elétrica, um

¹ A OGP é uma instituição internacional que reúne as principais empresas produtoras de petróleo.

² RP – *Recommended Practice*

modelo desenvolvido no Canadá, vem sendo aplicado em várias empresas brasileiras, concessionárias de serviços de energia elétrica, sob a coordenação técnica da Funcoge, uma fundação ligada à Eletrobras. O Sistema de Gestão do Trabalho Seguro – SWMS (*Safe Work Management System*) foi desenvolvido especialmente para empresas do setor elétrico e possui 22 elementos, com ênfase nas seguintes áreas: Liderança, Gestão de Riscos, Educação, Controle e Proteção e Monitoramento (FUNCOGE, 2010).

Em alguns casos, o poder público também tem atuado diretamente na gestão de segurança e saúde. No Brasil, a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) realiza, entre suas atribuições de fiscalização, o monitoramento da segurança operacional nas atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural, em terra ou no mar. A agência reguladora, com o intuito de realizar esse monitoramento, instituiu o Regime de Segurança Operacional, através do qual estabeleceu o Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO). Esse sistema integra o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional das Instalações Marítimas de Perfuração e de Produção de Petróleo e Gás Natural, aprovado pela Resolução ANP nº 43/2007. O regulamento estabelece um sistema com 17 elementos, chamados de “práticas de gestão”. A aplicação das normas estabelecidas na Resolução é obrigação das concessionárias³ prevista nos Contratos de Concessão formalizados pela ANP (BRASIL, 2007).

Com o intuito de realizar o monitoramento da segurança operacional nas atividades de produção de petróleo e gás natural em campos terrestres a ANP estabeleceu o Sistema de Gerenciamento da Integridade Estrutural, mediante a aprovação do Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade Estrutural das Instalações Terrestres de Produção de Petróleo e Gás Natural, por meio da Resolução ANP nº 02/2010. Essa resolução estabelece requisitos e diretrizes para implementação e operação de um Sistema de Gerenciamento da Integridade Estrutural (SGI), visando à Segurança Operacional das Instalações terrestres de produção de petróleo e gás natural, a integridade mecânica dos equipamentos, a operação segura das instalações e a proteção da vida humana e do meio ambiente durante todo o ciclo de vida (BRASIL, 2010).

Outra ação governamental muito conhecida e relacionada a sistemas de gestão foi realizada pelos EUA, com a edição do *Process Safety Management* (PSM), um sistema de gestão de segurança de processos, dentro do conjunto da legislação trabalhista daquele país.

³ Concessionárias são as empresas que, por intermédio dos leilões de blocos de exploração e produção de petróleo, promovidos pela ANP, ganham o direito a operar nessas atividades, no Brasil.

Esse sistema, cujo nome completo é *Process Safety Management of highly hazardous chemicals*, está descrito em um regulamento identificado pelo código 29 CFR⁴ 1910.119 e editado pela *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), órgão nacional de segurança e saúde ocupacional dos EUA. O PSM foi a base do desenvolvimento de diretrizes de segurança para muitas empresas em todo o mundo, principalmente na indústria química e petroquímica.

2.2 CONFORMIDADE LEGAL

Em todas essas normas, que visam à implantação de um sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho para as organizações, um dos requisitos que se repetem é a conformidade legal. As diretrizes ILO-OSH 2001, por exemplo, expressam que a política de SST deve incluir entre os seus princípios e objetivos fundamentais: “o cumprimento dos requisitos da legislação nacional em vigor, dos programas voluntários, dos acordos coletivos em SST e de outros requisitos que a organização subscreve” (ILO, 2001, p. 6; FUNDACENTRO, 2005, p. 18). Da mesma forma, a norma OHSAS 18001 estabelece que a política de SST deve incluir um comprometimento em atender, pelo menos, aos requisitos legais aplicáveis e a outros requisitos subscritos pela organização que se relacionem a seus riscos (BSI, 2007).

Os requisitos legais quanto à segurança e saúde no trabalho são estabelecidos por cada país, usualmente por intermédio de leis de abrangência nacional, complementadas por normas e regulamentos específicos.

No âmbito nacional, a regulamentação de segurança e saúde do trabalho, no Brasil, é feita a partir da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), que tem um dos seus capítulos (capítulo V) exclusivamente dedicado a esse tema. Além das prescrições de caráter geral, a CLT determina que o Ministério do Trabalho estabeleça normas que regulamentem o exercício seguro das atividades de trabalho. As primeiras 28 normas regulamentadoras foram editadas em 1978 e elas vêm sendo atualizadas e ampliadas, desde então.

No início de 2012, havia 35 (trinta e cinco) normas regulamentadoras em vigor. Algumas delas tratando de assuntos aplicáveis a todo tipo de empresas, como é o caso, por

⁴ CFR *Code of Federal Regulation*

exemplo, do uso obrigatório de equipamentos de proteção individual, critérios para a constituição de comissões internas de prevenção de acidentes, condições sanitárias dos locais de trabalho e critérios para exames médicos dos trabalhadores. Outras são voltadas a determinadas atividades de risco, como o trabalho com eletricidade, movimentação e armazenagem de materiais, máquinas e equipamentos, espaços confinados, caldeiras e vasos de pressão. E há aquelas que são voltadas a setores específicos, entre os quais, a construção civil, mineração, agropecuário, portuário e aquaviário. Entre esses exemplos está a norma regulamentadora que trata da segurança na construção naval (NR-34) e o anexo II da NR-30 que aborda a segurança e saúde em plataformas marítimas de exploração e produção de petróleo.

O quadro 01, a seguir, apresenta a relação completa das normas regulamentadoras vigentes no ano de 2012.

NR-1	Disposições Gerais
NR-2	Inspeção Prévia
NR-3	Embargo ou Interdição
NR-4	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT
NR-5	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA
NR-6	Equipamentos de Proteção Individual -EPI
NR-7	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO
NR-8	Edificações
NR-9	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA
NR-10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
NR-11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
NR-12	Máquinas e Equipamentos
NR-13	Caldeiras e Vasos de Pressão
NR-14	Fornos
NR-15	Atividades e Operações Insalubres
NR-16	Atividades e Operações Perigosas
NR-17	Ergonomia
NR-18	Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Construção Civil – PCMAT
NR-19	Explosivos
NR-20	Líquidos Combustíveis e Inflamáveis
NR-21	Trabalho a Céu Aberto
NR-22	Segurança e Saúde na Mineração
NR-23	Proteção contra Incêndios
NR-24	Condições Sanitárias e de Conforto
NR-25	Resíduos Industriais
NR-26	Sinalização de Segurança
NR-27	Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho
NR-28	Fiscalização e Penalidades
NR-29	Segurança e Saúde no Trabalho Portuário
NR-30	Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário
NR-31	Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura
NR-32	Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde
NR-33	Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados
NR-34	Segurança na Construção Naval
NR-35	Segurança no Trabalho em Altura

Quadro 01 - Relação completa das normas regulamentadoras vigentes no ano de 2012

Fonte: Brasil (2012)

Essas normas regulamentadoras, além de estabelecerem as condições mínimas de segurança para a realização das atividades, servem como referência para a fiscalização do trabalho. Cada um dos itens de uma NR está vinculado a um grau de infração, que varia de 1 a 4, e a um valor correspondente da multa aplicável, de acordo com o que está estabelecido no quadro anexo à NR-28 (Fiscalização e Penalidades). Para exemplificar, uma parte desse quadro foi reproduzida na tabela a seguir, mostrando os valores das multas, em UFIR (Unidade Fiscal de Referência), aplicáveis às transcrições de requisitos das normas regulamentadoras no que se refere a aspectos de segurança do trabalho:

Tabela 01 - Graus de infração e valores atribuídos, em UFIR

Número de empregados	Segurança do Trabalho Grau de Infração			
	I1	I2	I3	I4
01-10	630-729	1129-1393	1691-2091	2252-2792
11-25	730-830	1394-1664	2092-2495	2793-3334
26-50	831-963	1665-1935	2496-2898	3335-3876
51-100	964-1104	1936-2200	2899-3302	3877-4418
101-250	1105-1241	2201-2471	3303-3718	4419-4948
251-500	1242-1374	2472-2748	3719-4121	4949-5490
501-1000	1375-1507	2749-3020	4122-4525	5491-6033
mais de 1000	1508-1646	3021-3284	4526-4929	6034-6304

Fonte: Norma Regulamentadora nº28 – Fiscalização e Penalidades. Ministério do Trabalho e Emprego. BRASIL (2011).

Como se pode observar na tabela acima, as infrações por parte das empresas aos requisitos das normas regulamentadoras terão as penalidades aplicadas pelos auditores fiscais do trabalho, de acordo com o número de empregados da referida empresa e o grau de infração dos itens auditados (de 1 a 4). O valor, em UFIR, é escolhido pelo Auditor Fiscal, dependendo da gravidade da referida infração, a partir da faixa estabelecida para cada enquadramento.

Vários países estão estruturados de forma semelhante, cabendo ao Estado a responsabilidade pelo cumprimento dessa legislação específica. Esse sistema, denominado de Inspeção do Trabalho, tem por objetivos assegurar a aplicação das disposições legais relativas às condições de trabalho, prestar informações e assessoria técnica aos empregadores e aos trabalhadores e chamar a atenção da autoridade competente para irregularidades ou abusos na relação de trabalho (OIT, 1994). Observa-se que o conceito de Inspeção do Trabalho vai além da simples tarefa de fiscalizar e multar. Há um caráter educativo de formação e informação.

No âmbito internacional, existem as normas internacionais do trabalho para a segurança e saúde. Essas normas são instrumentos jurídicos que podem adotar a forma de Convenções ou Recomendações e são formuladas pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), com a participação de representantes dos governos, dos trabalhadores e dos empregadores. Nelas se estabelecem os princípios e direitos básicos no trabalho.

As Convenções da OIT são tratados internacionais que, uma vez ratificados pelos Estados Membros, passam a integrar a legislação nacional. A aplicação das normas pelos países é examinada por uma Comissão de Peritos na Aplicação de Convenções e Recomendações da OIT que recebe e avalia queixas, dando-lhes seguimento e produzindo relatórios de memórias para discussão, publicação e difusão. (OIT, 2009)

A importância dessas normas internacionais do trabalho dá-se pelo fato de se integrarem à legislação nacional de cada país. A OIT, fundada em 1919, tem hoje a expressiva quantidade de 183 Estados Membros, ou seja, países que participam de suas discussões e deliberações. Esses países, por intermédio de seus governos, devem submeter as convenções às autoridades competentes, em geral o seu órgão legislativo nacional, com vistas à sua ratificação (OIT, 1994). O Brasil integra a relação de Estados Membros da OIT e já ratificou 81 Convenções Internacionais, muitas delas voltadas ao tema da segurança e saúde dos trabalhadores. No Brasil, a ratificação das Convenções ocorre por Decreto Presidencial, após terem sido submetidas e aprovadas pelo Congresso Nacional (MATTOS, 2009).

A tabela 02, a seguir, apresenta as principais Convenções Internacionais diretamente relacionadas ao tema da Segurança e Saúde no Trabalho, e a indicação do ano da sua ratificação pelo governo brasileiro (BRASIL, 2011)

Tabela 02 - Convenções internacionais da OIT relacionadas ao tema da segurança e saúde no trabalho, com informações sobre a sua ratificação pelo Governo brasileiro

Nº	Título da Convenção Internacional	Ano de edição	Ano de ratificação (Brasil)
81	Inspeção do Trabalho	1947	1989
115	Proteção contra as Radiações	1960	1966
120	Higiene (comércio e escritórios)	1964	1969
121	Prestações em caso de acidentes de trabalho e doenças profissionais	1964	Não ratificada
129	Inspeção do Trabalho (agricultura)	1969	Não ratificada
139	Câncer Profissional	1974	1990
148	Meio ambiente de trabalho (contaminação do ar, ruído e vibrações)	1977	1982
152	Segurança e higiene (trabalhos portuários)	1979	1990
155	Segurança e saúde dos trabalhadores	1981	1992
161	Serviços de saúde no trabalho	1985	1990
162	Asbesto	1986	1990
167	Segurança e saúde na construção	1988	Não ratificada
170	Produtos químicos	1990	1996
174	Prevenção de acidentes industriais maiores	1993	2001
176	Segurança e saúde em minas	1995	2006
184	Segurança e saúde na agricultura	2001	Não ratificada
197	Marco promocional para a Segurança e Saúde no Trabalho	2006	Não ratificada

Fonte: Brasil (2011)

É fácil constatar, tanto sob o ponto de vista da normalização técnica quanto da legislação aplicável, que o tema da segurança e saúde no trabalho é rico em referências nacionais e internacionais. A obediência e a capacidade de fiscalização são os problemas que estabelecem, dentre outros aspectos, a distância entre o prescrito e o real, mostrando que há muito a se fazer para a construção de uma cultura de segurança. Aliás, quanto a esse aspecto, pode-se observar que nem todas as Convenções Internacionais foram ratificadas pelo Governo brasileiro e algumas delas levaram mais de dez anos entre a data de edição e a de ratificação.

2.3 OS ACIDENTES DO TRABALHO

Apesar da ampla cobertura prescritiva sobre o tema, a própria OIT revela números impressionantes sobre as ocorrências de acidentes. A cada ano, cerca de dois milhões de trabalhadores perdem suas vidas em acidentes e doenças relacionadas ao trabalho. Além disso, os trabalhadores sofrem 270 milhões de acidentes do trabalho e 160 milhões de doenças ocupacionais por ano, em estimativas conservadoras (ILO, 2003). Embora possa haver incorreções nessas estimativas, é muito difícil obter números exatos em virtude de uma série de obstáculos, tais como as diferentes metodologias em cada país ou região, a subnotificação dos acidentes, e a grande quantidade de trabalhadores sem qualquer cobertura social ou mesmo registro funcional. Hamalainen, Takala e Saarela (2006) comentam a dificuldade de se encontrar informações confiáveis e por isso de decidir os critérios para se fazer as estimativas e comentam que em alguns casos, até mesmo as informações oficiais não são consistentes ou representativas.

No Brasil, as informações oficiais sobre acidentes do trabalho são fornecidas pelo Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho (AEAT) elaborado pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e Ministério da Previdência e Assistência Social (MPAS). Os dados se referem apenas aos trabalhadores que contribuem para a Previdência Social por meio do Regime Geral de Previdência Social (RGPS). Eles têm origem no Sistema de Comunicação de Acidentes do Trabalho, com base nas Comunicações de Acidentes do Trabalho (CAT) cadastradas nas Agências da Previdência Social ou emitidas pela Internet, bem como no Sistema Único de Benefícios (SUB) utilizado pelo Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS) (BRASIL, 2008).

Não são computados pelas estatísticas, portanto, os acidentes de trabalho envolvendo trabalhadores autônomos, militares, trabalhadores públicos de regime estatutário e trabalhadores informais. Ademais, conforme destaca Ansiliero (2006, p. 1), em um boletim informativo do INSS: “é amplamente conhecida a subnotificação de doenças e acidentes que exigem afastamento inferior a 15 dias e a descaracterização de doenças decorrentes do trabalho.” Essa subnotificação de registros de acidentes do trabalho relatada por Ansiliero (2006, p. 1) também é constatada por vários outros autores, como é o caso de Binder e Cordeiro (2003), Correa e Assunção (2003), Santana, Nobre e Waldvogel (2005), Cordeiro *et al.* (2005). Portanto, para concluir, podem-se registrar as palavras de Correa e Assunção (2003, p. 204) que afirmaram: “No conjunto, a mão de obra sem cobertura de proteção social

e o sub-registro colocam sob suspeita a qualidade, a fidedignidade e a cobertura dos dados oficiais sobre acidentes de trabalho”.

Desse modo, é preciso ressaltar que a quantidade de ocorrências divulgada pelo Ministério da Previdência e Assistência Social está comprovadamente subestimada, ainda que isto não invalide as informações. Mesmo assim, como se pode observar na Tabela 03, a seguir, a quantidade de ocorrências oficialmente divulgada é bastante elevada, mantendo-se uma média anual superior a quatrocentos e cinquenta mil acidentados em um período de 10 anos, de 1999 a 2008.

Tabela 01 - Dados estatísticos sobre acidentes do trabalho no Brasil, de 1999 a 2008

Ano	Trabalhadores acidentados	Trabalhadores mortos	Trabalhadores com incapacidade permanente
1999	387.820	3.896	16.757
2000	363.868	3.094	15.317
2001	340.251	2.753	12.038
2002	393.071	2.968	15.259
2003	399.077	2.674	13.416
2004	465.700	2.839	12.913
2005	499.680	2.766	14.371
2006	512.232	2.798	9.203
2007	659.523	2.845	9.389
2008	747.663	2.757	12.071
Total	4.768.885	29.390	130.734
Média	476.888	2.939	13.073

Fonte: Brasil (2009)

Outra informação fornecida pelo Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho (AEAT) refere-se às consequências dos acidentes, organizados pelos casos que geraram assistência médica e afastamentos inferiores ou superiores a quinze dias ou lesões e doenças incapacitantes ou mortes. Esses dados também estão identificados na tabela acima, indicando a quantidade das ocorrências com consequências graves, aqui consideradas a incapacidade permanente e a morte, para o período de 1999 a 2008.

Como se pode observar na tabela, além dessa triste média, próxima a três mil mortes por ano, a quantidade de trabalhadores permanentemente incapacitados para o trabalho nesse período de dez anos, superou a marca de cento e trinta mil trabalhadores. Esses números

chamam a atenção para um exército de mártires e mutilados, trazendo à mente a frase de Borsoi (2005, p.23) ao constatar e comentar a gravidade do assunto:

Ora, números como estes fazem lembrar baixa de guerra, com a diferença de que quem vai para o fogo cruzado de uma batalha sabe que lá está para matar ou morrer, mas quem pela manhã, sai ao trabalho, espera fazê-lo unicamente para viver.

Pode-se comparar essa afirmativa de Borsoi, com uma reflexão de Ramazzini (1992, p. 15) feita no século XVII, em seu livro “As doenças dos trabalhadores”:

É forçoso confessar que ocasionam não pouco dano aos artesãos, certos ofícios que eles desempenham, onde esperavam obter recursos para a sua própria manutenção e de sua família, encontram graves doenças e passam a amaldiçoar a arte à qual se haviam dedicado, afastando-os do mundo dos vivos.

Pelo tempo decorrido, já deveria ter sido aprendida a lição de como lidar melhor com essa relação entre trabalho e saúde, no Brasil e no mundo.

No âmbito corporativo, as empresas vêm divulgando os dados relativos à ocorrência de acidentes em seus relatórios anuais. Em alguns setores, associações de empresas organizam esses dados para refletir a situação do setor como um todo, estabelecer referências e identificar objetivos comuns quanto à prevenção de acidentes.

Um dos indicadores mais comumente usados para comparação é a taxa de frequência de acidentados. Essa taxa, com resultados anuais, faz a relação entre o número de acidentados e as horas-homem trabalhadas no mesmo período. Para que os resultados se apresentem de uma forma fácil a fórmula de cálculo utiliza o fator 10^6 , de tal forma que o resultado da taxa seja interpretado como o número de acidentados por um milhão de homens-horas trabalhadas (ABNT, 2001).

Essa fórmula é apresentada a seguir, para explicitar a descrição anterior:

$$TF = \frac{NA}{HH} \times 1.000.000$$

Onde, TF é a taxa de frequência de acidentados, NA é o número de acidentados e HH é quantidade de homens-horas trabalhadas.

Outra informação relevante é o número de fatalidades. Embora também se utilize uma taxa de fatalidades, ou seja, uma relação entre a quantidade de acidentados fatais e as horas-homem trabalhadas, o número absoluto também é apresentado nos relatórios, evidenciando que cada morte pode e deve ser evitada.

Na tabela seguinte, compilaram-se dados da taxa de frequência de acidentados com afastamento, do setor de petróleo e gás, do setor elétrico nacional e das duas maiores empresas brasileiras.⁵

Tabela 04 - Taxa de frequência de acidentados com afastamento, em setores econômicos e nas empresas Petrobras e Vale, por milhão de homens-hora trabalhadas.

Ano	Setor de Petróleo e Gás	Setor Elétrico (Brasil)	PETROBRAS	VALE
2006	0,99	4,20	0,77	nd
2007	0,66	4,49	0,76	nd
2008	0,55	4,17	0,59	1,50
2009	0,45	3,58	0,49	1,00
2010	0,42	3,58	0,52	0,90

. Fontes: Adaptada pelo autor de Ogp (2011), Funcoge (2011), Petrobras (2011), Vale (2011).

A próxima tabela mostra o número de fatalidades, para o mesmo período, com exceção da VALE, que não divulga essa informação em seus relatórios.

Tabela 02 - Número de fatalidades em setores econômicos e nas empresas Petrobras e Vale, em valores absolutos.

Ano	Setor de Petróleo e Gás	Setor Elétrico (Brasil)	PETROBRAS	VALE
2006	115	93	9	nd
2007	87	71	15	nd
2008	103	75	18	nd
2009	99	67	7	nd
2010 ⁶	94	79	10	nd

Fontes: Adaptada pelo autor de Ogp (2011), Funcoge (2011), Petrobras (2011), Vale (2011).

Os dados mostram que as ações de prevenção vêm surtindo efeito, uma vez que as taxas de acidentes vêm caindo ao longo dos últimos anos. Também se pode verificar que a indústria do petróleo e gás tem desempenho compatível com os esforços pela excelência em segurança do trabalho, uma vez que as taxas de acidentes são baixas, especialmente se comparadas, como neste caso, com as do setor elétrico brasileiro. Ainda com base nesses dados, constata-se que as taxas de acidentes da Petrobras estão alinhadas às da indústria mundial de petróleo e gás e menores do que outras empresas brasileiras que também atuam

⁵Para o setor de petróleo e gás, os dados são relativos à indústria mundial, contemplando 42 empresas do setor.

⁶Em 2010, o número de fatalidades foi impactado por dois acidentes: a queda de um avião no Paquistão, com 21 mortes, e a explosão da plataforma da BP no Golfo do México, com 11 mortes.

em setores de elevado grau de risco, como é o caso do setor elétrico e de mineração. O primeiro representado pelas estatísticas consolidadas pela Funcoge e o segundo pelos dados da VALE, a segunda maior empresa brasileira.

2.4 ACIDENTADOS E ADOENTADOS

Os números apresentados dizem respeito à quantidade de acidentados, isto é, as vítimas dos acidentes. Aliás, Teixeira (1995) ensinava que grande parte das estatísticas não se refere à quantidade de acidentes, mas de acidentados. Embora possa parecer um jogo de palavras, o que se destaca é o fato de os levantamentos estatísticos oficiais dedicarem-se exclusivamente aos acidentes com vítimas, contabilizando a quantidade de trabalhadores atingidos e não as ocorrências acidentais. Essa abordagem orientada para as lesões ou danos, embora facilite a comparação entre as empresas ou países e tenha ajudado na melhoria da gestão da segurança de uma forma geral, não favorece o reconhecimento das verdadeiras causas dos acidentes (BIRD Jr., 1973). Melhor seria computar todos os acidentes, com ou sem vítimas, identificar suas causas e atuar na prevenção.

Entretanto, o vínculo do acidente com a lesão é uma associação inevitável, até porque está caracterizado dessa forma na legislação brasileira que trata do assunto. A definição legal do acidente do trabalho está expressa no artigo 19 da Lei 8.213/91, abaixo reproduzido:

Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho, a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

De acordo com essa lei, são consideradas como acidentes do trabalho a doença profissional e a doença do trabalho, ocorrências identificadas na definição como uma “perturbação funcional” (BRASIL, 1991).

Rigotto (2003) destaca que os acidentes típicos são eventos súbitos, mas as doenças relacionadas ao trabalho manifestam-se de modo insidioso – como as intoxicações por substâncias químicas, a perda da audição, dermatoses, lesões por esforços repetitivos, e incluem ainda sofrimento psíquico, desgaste, doenças crônico-degenerativas e alterações genéticas que podem se manifestar em câncer ou alterações da reprodução.

Sobre essas moléstias, a legislação previdenciária brasileira (BRASIL, 1991) utiliza duas definições, dividindo o tipo de doenças relacionadas ao trabalho entre doenças profissionais e doenças do trabalho:

Doença Profissional: é aquela produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade.

Doença do Trabalho: é aquela adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente.

As diferenças entre esses dois tipos são muito sutis e até mesmo podem não ser aplicáveis, dependendo da forma como o trabalho é exercido.

As doenças profissionais referem-se às doenças que possuem como causa única a atividade desenvolvida no trabalho, já as doenças do trabalho estão indiretamente ligadas ao trabalho, ou seja, o trabalho não é a sua única e exclusiva causa, porém a forma como ele é realizado possibilitou o desencadeamento ou o agravamento da doença. Souto (2007, p. 79) explica que as doenças do trabalho não possuem identidade com um determinado tipo de ocupação embora se apresentem com maior incidência em trabalhadores envolvidos em determinadas atividades. Os exemplos seguintes, extraídos da legislação previdenciária⁷, podem ser úteis para o entendimento.

DOENÇA PROFISSIONAL OU DO TRABALHO	FATORES DE RISCO DE NATUREZA OCUPACIONAL
Neoplasia maligna do pâncreas	Cloreto de Vinila Epicloridrina Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos na Indústria do Petróleo
Catarata	Radiações ionizantes Radiações Infravermelhas
Silicose: Pneumoconiose devida à poeira de Sílica	Exposição ocupacional a poeiras de sílica-livre
Perda da Audição Provocada pelo Ruído e Trauma Acústico	Exposição ocupacional ao ruído
Siderose	Exposição ocupacional a poeiras de ferro

Quadro 02 - Lista de doenças profissionais ou do trabalho/ fatores de risco de natureza ocupacional
Fonte: Adaptado do Anexo II do Regulamento da Previdência Social

Dos exemplos acima, pode-se observar e concluir que, entre os inúmeros fatores que possam levar à catarata, à surdez ou ao câncer de pâncreas, também há substâncias e energias presentes nos ambientes de trabalho. Por isso são doenças do trabalho, dependendo da análise das condições como o trabalho é realizado. Por outro lado, a siderose e a silicose têm como

⁷ O Regulamento da Previdência Social, aprovado pelo Decreto 3.048/99, apresenta em seu Anexo II, uma lista de doenças profissionais e do trabalho, relacionando-as com os fatores de risco ocupacional.

causa específica a presença das poeiras de ferro e de sílica existentes em determinadas atividades profissionais. Por isso são classificadas como doenças profissionais.

A lista de doenças profissionais e do trabalho consta da legislação previdenciária e da legislação complementar da área de saúde. Grande parte dos especialistas no assunto, de acordo com o Ministério da Saúde brasileiro, “prefere trabalhar com a compreensão ampla de doenças relacionadas com o trabalho, o que permite a superação da confusa denominação ou – talvez - sutil diferença entre doenças profissionais e doenças do trabalho, presentes na conceituação legal” (BRASIL, 1999). Essa forma de abordagem, embora seja utilizada para a aplicação dos enquadramentos legais, não é bem aceita no campo de pesquisa acadêmica e de atuação em saúde do trabalhador. De acordo com Brito (2004), o campo da saúde do trabalhador tem um entendimento que se opõe ao vínculo da doença a um agente específico presente no ambiente de trabalho. Segundo ela, a promoção da saúde implica “a necessidade de conhecer o trabalho, como ele é realizado e sob quais relações sociais, para que os danos à saúde sejam interpretados e combatidos, mediante mudanças no processo de trabalho e também nas relações sociais que o envolvem” (BRITO, 2004, p.93).

Entretanto, a lesão, o dano ou o agravamento à saúde e a sua relação com a atividade de trabalho, são os instrumentos legais de caracterização dos acidentes do trabalho e exigem uma atuação específica do Ministério da Previdência e Assistência Social do Brasil, por intermédio da perícia médica do INSS:

Para que o acidente, ou a doença, seja considerado como acidente do trabalho é imprescindível que seja caracterizado tecnicamente pela Perícia Médica do INSS, que fará o reconhecimento técnico do nexo causal entre o acidente e a lesão; a doença e o trabalho; e a causa *mortis* e o acidente. Na conclusão da Perícia Médica, o médico-perito pode decidir pelo encaminhamento do segurado para retornar ao trabalho ou emitir um parecer sobre o afastamento. (BRASIL, 2008)

A caracterização de doenças profissionais ou do trabalho por parte da perícia médica implica a concessão de indenizações judiciais, benefícios securitários e previdenciários. Isso traz impactos de natureza econômica, uma vez que o reembolso aos serviços de saúde, decorrente da prestação de serviços médicos prestados ao atendimento das doenças do trabalho, é maior do que aquele devido pelos demais tipos de assistência médica prestados pelo Ministério da Saúde (SOUTO, 2007, p. 78-79).

De acordo com os dados mais recentes, divulgados pelo Ministério da Previdência e Assistência Social, por meio do seu portal na Internet, os custos associados aos acidentes de trabalho são bastante elevados:

Se considerarmos exclusivamente o pagamento, pelo INSS, dos benefícios devido a acidentes e doenças do trabalho somado ao pagamento das aposentadorias especiais decorrentes das condições ambientais do trabalho em 2008, encontraremos um valor da ordem de R\$ 11,60 bilhões/ano. Se adicionarmos despesas como o custo operacional do INSS mais as despesas na área da saúde e afins o custo - Brasil atinge valor da ordem de R\$ 46,40 bilhões (BRASIL, 2010).

De posse dessas informações, percebe-se que os dados divulgados pelo MPAS referem-se à quantidade de vítimas (acidentados e “adoentados”) e os custos correspondentes aos benefícios previdenciários, pois não se dispõe de qualquer informação oficial sobre a quantidade de acidentes do trabalho sem vítimas, ou seja, sem lesões traumáticas ou doenças. Em suma, sobre os acidentes sem lesão, também denominados por quase-acidentes ou incidentes, não há registros estatísticos oficiais, embora algumas empresas os incluam em seus relatórios de gestão. A legislação vincula a ocorrência do acidente do trabalho à existência de uma lesão ou dano à saúde que estão sujeitos à caracterização do nexo causal por meio de uma perícia médica. É de se esperar que seja assim, pois a regulamentação é parte integrante da legislação previdenciária que, por definição, atua na compensação dessas lesões traumáticas ou perturbações funcionais.

A abordagem prevencionista caracteriza o acidente como um evento que resultou ou que tem potencial para resultar em dano ou lesão. Nesses casos, mesmo não tendo ocorrido a lesão ou o dano, mas estando presente no evento esse potencial, caracteriza-se o acidente, merecendo uma análise e um tratamento para bloquear as causas. Um exemplo dessa abordagem é a norma brasileira NBR 14280 - Cadastro de Acidente do Trabalho (ABNT, 2001). Essa norma apresenta a seguinte definição para o acidente do trabalho: “Acidente do trabalho é a ocorrência imprevista e indesejável, instantânea ou não, relacionada com o exercício do trabalho, de que resulte ou possa resultar lesão pessoal”.

Em outras palavras, a norma separa os conceitos de acidente e lesão, assumindo como acidente um evento que pode ou não gerar uma lesão. A adoção desse critério mais amplo tem por princípio a ênfase na análise das causas dos acidentes, tenham eles gerado ou não as lesões pessoais:

Para a elaboração desta norma adotaram-se conceitos e definições com vistas a aumentar a eficiência do trabalho de prevenção, pela fixação de linguagem uniforme entre os que analisam os acidentes, suas causas e conseqüências, procurando-se fazer dela instrumento de pesquisas das causas do acidente, mais do que objeto de simples registro de suas conseqüências. Foi também estabelecida a nítida diferença entre acidente e lesão e entre acidente e acidentado. (ABNT, 2001, p. 2)

Para a análise dessas ocorrências e identificação de suas causas, Bird Jr. (1973) considera o acidente como uma forma de contato com uma fonte de energia (elétrica, química, cinética, térmica etc.) acima do limite de resistência do corpo ou de uma estrutura; ou o contato com uma substância que interfere com o funcionamento normal do corpo humano. Para ele, todos os tipos de perdas (lesões pessoais, danos materiais, perdas de produção) têm três estágios: o pré-contato, o contato e o pós-contato (com uma fonte de energia ou substância). Essa abordagem permitiu a ele concluir que a prevenção de acidentes depende de um controle de energia, atuando nos três estágios do evento acidental, com uma concentração de esforços no estágio “pré-contato”. É nesse estágio que Bird Jr. (1973) destaca a aplicação de medidas de controle através de projetos de engenharia:

A maioria das condições perigosas pode ser prevista ou antecipada nas etapas de projeto, compras, manutenção ou desenvolvimento de procedimentos da operação das instalações. Condições inseguras, tais como proteções e dispositivos inadequados, sistemas de sinalização e alarme inadequados, riscos de incêndio e explosão, espaço físico congestionado, iluminação inadequada ou ruído são bons exemplos das causas mais comuns de acidentes que podem ser prevenidas por medidas de engenharia no estágio de pré-contato do controle de acidentes. (BIRD JR., 1973, p. 686)

Essas medidas de engenharia, nesse estágio de pré-contato, podem ser consideradas como requisitos de projetos, instalações e equipamentos que incorporem conceitos de prevenção de acidentes. Kletz (2001) também destaca que os esforços maiores para a prevenção devem estar nos projetos de engenharia:

[...] vamos de agora em diante aceitar que as pessoas são os componentes dos sistemas que nós projetamos que não podemos reprojetar ou modificar. Mas nós podemos projetar melhores bombas, compressores, colunas de destilação [...] (KLETZ, 2001, p. 3)

Bird, Germain e Clark (2003) destacam que o caráter de imprevisibilidade associado à palavra “acidente” passa uma falsa ideia de uma situação incontrolável, dificultando tanto as análises de acidentes como a adoção das medidas de controle. Por isso, eles propuseram a substituição da palavra “acidente”, considerando que ela já estava profundamente incorporada na sociedade como algo imponderável. E passaram a adotar a palavra “incidente” em seu livro. Ao definir o incidente, Bird, Germain e Clark (2003) o apresentam como um evento não desejado do qual resulta ou pode resultar uma lesão pessoal, dano material ou interrupção da produção. Para eles o incidente não está limitado ao potencial de gerar lesões pessoais, mas inclui os danos ao patrimônio e ao meio ambiente; chamando de “perdas” o conjunto dessas

consequências indesejáveis. Em todos esses casos, eles ratificam que a prevenção dessas perdas está relacionada ao controle da energia presente nos processos e não na recomendação de mais cuidado ou atenção.

[...] aqueles que acreditam que a maioria dos incidentes são causados por descuido estão propensos a apoiar programas de punição ou de incentivo para que as pessoas sejam mais cuidadosas. Um resultado provável nesse caso é que os problemas relacionados aos incidentes sejam encobertos ao invés de resolvidos. (BIRD; GERMAIN; CLARK, 2003:5)

A proposta de substituir a palavra acidente por incidente foi aceita por alguns outros autores, gerando uma confusão de entendimento sobre a diferença entre esses dois conceitos e divergências entre normas e legislações. Nas Diretrizes de Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho da OIT o incidente está definido como “um acontecimento perigoso resultante do trabalho ou ocorrido durante o mesmo, sem que tenha causado danos pessoais” (FUNDACENTRO, 2005). Por outro lado, a norma OHSAS 18001 define o incidente como “um evento relacionado ao trabalho, no qual ocorreu ou poderia ter ocorrido uma lesão pessoal ou um dano à saúde” (BSI, 2007). E a norma brasileira NBR 14280 sequer menciona a palavra “incidente”. Ela denomina “acidente sem lesão” ou “quase acidente” aquele que não causa lesão pessoal e “acidente impessoal” aquele cuja caracterização independe de existir acidentado, como é o caso de incêndios, desabamentos e inundações. (ABNT, 2001).

Vidal (1989) ao tratar da evolução conceitual da noção de acidente do trabalho, menciona que o significado etimológico do termo acidente, associado à ideia de acaso, não pode ser considerado sob o ponto de vista de uma abordagem científica. Entre as várias concepções analisadas, ele considera que “um acidente é o resultado de todo um processo de trabalho que, nessa ocasião, mostra suas insuficiências a nível de projeto, de organização e de *modus operandi*” (VIDAL, 1989, p. 4-5). Reconhecer essa noção de fenômeno complexo requer substituir a noção de responsabilidade ou culpa, entendendo o modelo teórico do acidente como “o resultado do efeito conjugado de uma série de fatores causais” (VIDAL, 1989, p. 14). Por isso ele considera que qualquer ação pela prevenção de acidentes requer a disposição de conhecer e intervir no processo de trabalho.

Há divergências, até mesmo entre os especialistas, sobre a melhor definição para o acidente. Thygerson (1976, p. 2), ao tratar de conceitos essenciais da Segurança, já mencionava a dificuldade de se encontrar um consenso para essa definição. Ao invés de insistir em uma definição, ele prefere enfatizar que há dois atributos sempre presentes para a caracterização dos acidentes, “as causas não intencionais e os efeitos indesejáveis”.

Em um aspecto, entretanto, os autores mencionados concordam. Os acidentes são eventos que podem ser previstos. Identificar e bloquear as causas dos acidentes devem ser as atividades principais de quem se interessa pela prevenção de acidentes e isso é um grande desafio. E é grande porque as causas são múltiplas e não lineares.

Hale (2007, p. 70), por exemplo, ao relatar a abordagem do assunto na Universidade Tecnológica de Delft, na Holanda, destaca três aspectos principais entre os desafios de suas pesquisas: “como ligar os fatores causais por diferentes níveis de sistema?; como preencher os modelos qualitativos com números de risco significantes?; como representar a natureza dinâmica da segurança e acidentes ?”.

2.5 ACIDENTES AMPLIADOS

Outro aspecto relevante para a gestão de segurança e saúde do trabalho nas organizações está relacionado à ocorrência de “acidentes ampliados”. Embora ainda não haja um consenso sobre a denominação para esses eventos (acidentes industriais, organizacionais, ampliados, de processo, graves, maiores), eles se caracterizam por afetar, simultaneamente, uma elevada quantidade de pessoas, sejam elas trabalhadores ou moradores da vizinhança e ainda provocar danos ao ambiente e ao patrimônio (HYDE; FERREIRA; GLASMEYER, 2005). Entre essas várias denominações, a de “acidentes ampliados”, escolhida para este título, expressa a possibilidade de ampliação no espaço e no tempo das consequências desses acidentes (FREITAS; PORTO; MACHADO, 2000, p. 28). Além disso, essa denominação não induz a uma desqualificação de outros tipos de acidentes, uma vez que existindo acidentes maiores ou graves, pressupõe-se a existência de acidentes menores ou menos graves. Até porque, observando-se as quantidades de ocorrências e as consequências dos acidentes de trabalho típicos, anteriormente apresentadas na Tabela 03, evidencia-se que eles não podem ser considerados, no seu conjunto, como menos graves ou menores. Os acidentes ampliados são mais raros, têm consequências extramuros da empresa e individualmente causam mais vítimas fatais. Esses acidentes ampliados, além dos trabalhadores e o patrimônio da empresa, ameaçam as populações vizinhas, as gerações futuras e o meio ambiente (DWYER, 2000, p. 108). Por isso são chamados de ampliados, no espaço e no tempo. A diferença deve estar na necessária caracterização diferenciada e abordagem específica para esse tipo de evento. Reason (1997) afirma que existem dois tipos de acidentes, os que acontecem com pessoas e os

que acontecem com as organizações. Ele reconhece que mesmo nos acidentes pessoais as consequências podem ser graves, mas sua abrangência é limitada, e explica:

Acidentes organizacionais são comparativamente raros, mas geralmente catastróficos, eventos que ocorrem no contexto de tecnologias modernas e complexas, como usinas nucleares, aviação comercial, indústria química e petroquímica, transporte marítimo e ferroviário (REASON, 1997, p. 1).

Ao analisar esses eventos ampliados, Perrow (1999) considera que as tecnologias de alto risco, em conjunto com a complexidade dos processos, deram origem a acidentes sistêmicos e inevitáveis. Segundo ele, os sistemas de produção tornaram-se tão complexos que é impossível antecipar todas as interações de falhas inevitáveis que levam a efeitos catastróficos. Isso ocorre pelo fato de os sistemas lidarem com substâncias mais letais ou porque a demanda é para funcionarem em ambientes mais hostis, com mais velocidade e volume. Veyret (2007) traz uma visão menos pessimista do que Perrow (1999), embora reconheça que a eliminação do risco é uma concepção ultrapassada, pois não existe a segurança total. Como alternativa ela estabelece que o gerenciamento dos riscos deve estar integrado às práticas de gestão. Ao tratar especificamente dos riscos industriais, Veyret (2007) discorre que o método de análise desses riscos passa pela necessária identificação de todos os cenários de disfuncionalidades, o que depende do conhecimento de fenômenos acidentais que já ocorreram em um determinado processo industrial. Entretanto, com a velocidade do desenvolvimento tecnológico dentro dos processos industriais, nem sempre é possível obter informações de eventos acidentais, quando os processos são novos e relativamente desconhecidos, senão na sua essência, mas na sua característica de operação, seja por tamanho, quantidade ou velocidade.

Veyret (2007) indica para essas situações, isto é, quando o conhecimento científico não permite eliminar as dúvidas, a aplicação do princípio da precaução. O conceito embutido nesse princípio, é que não se utiliza a incerteza científica como desculpa para a diminuição da prevenção em função do desconhecimento do perigo. Melchers (2000) ao mencionar os riscos de novas tecnologias, reconhece que a sua gestão é mais complexa, pois eles podem parecer menores do que realmente são. Isso ocorre, segundo ele, porque a experiência relacionada à operação é pequena e por não ter havido tempo suficiente para que os problemas operacionais tenham se tornado evidentes.

Reforçando a importância de um tratamento em nível global para os acidentes ampliados, a OIT aprovou, em 1993, a Convenção nº 174, sobre a Prevenção de Acidentes

Industriais Maiores⁸. Essa convenção foi ratificada pelo Governo Brasileiro, e sua promulgação foi feita por intermédio do Decreto Presidencial nº 4.085 de 15 de janeiro de 2002 (BRASIL, 2002a). Na Convenção nº 174, a expressão “Acidente Maior” é definida como:

[...] todo evento subitâneo, como emissão, incêndio ou explosão de grande magnitude, no curso de uma atividade em instalação sujeita a riscos de acidentes maiores, envolvendo uma ou mais substâncias perigosas e que implica grave perigo, imediato ou retardado, para os trabalhadores, a população ou o meio ambiente (OIT, 1993).

Essa convenção internacional veio ampliar as prescrições estabelecidas na Convenção nº 170, editada em 1990, que tratava da Segurança com Produtos Químicos. Porém, até o ano de 2011, apenas 15 países haviam ratificado a Convenção 174.

Muito antes da edição da Convenção 174, a Comunidade Europeia já havia se manifestado sobre esse assunto por intermédio de uma regulamentação específica sobre os acidentes ampliados, aplicável aos Estados Membros, editada em 1982, e conhecida por Diretiva de Seveso⁹. Aliás, segundo Hyde, Ferreira e Glasmeyer (2005), essa regulamentação europeia serviu como uma das principais referências para a OIT na elaboração da Convenção 174, de abrangência internacional. Mais tarde, em virtude de lições aprendidas com acidentes ocorridos após a edição dessa regulamentação, a União Europeia fez uma revisão e editou, em 1996, uma nova Diretiva que ficou conhecida como Diretiva de Seveso II¹⁰. Nela, o acidente ampliado está definido da seguinte forma:

[...] uma ocorrência específica como uma emissão, incêndio ou explosão resultante de eventos descontrolados no curso da operação de qualquer estabelecimento coberto por esta Diretiva e levando a grave perigo, imediato ou remoto, para a saúde humana e/ou meio ambiente, dentro ou fora do estabelecimento e envolvendo uma ou mais substâncias perigosas.

Na verdade, a necessidade de um tratamento específico para os acidentes ampliados veio crescendo de acordo com o processo de industrialização e o desenvolvimento de novas tecnologias, a partir da Revolução Industrial. Porém, no século XX, isso se tornou ainda mais relevante com a consolidação da indústria química, o crescimento da economia dentro de um

⁸ A expressão “acidentes maiores”, escolhida na tradução brasileira da Convenção 174, pode ser fruto da compreensão equivocada da expressão em inglês “*major accidents*”, cuja melhor tradução seria a de acidentes graves. Em Portugal, por exemplo, a denominação para essas ocorrências é “Acidentes Industriais Graves”.

⁹ *Council Directive 82/501/EC on the Control of Major Accident Hazards of Certain Industrial Activities.*

¹⁰ *Council Directive 96/82/EC on the Control of Major Accident Hazards involving dangerous substances.*

mercado global e o aumento das instalações industriais acompanhado da maior complexidade dos processos, em especial quanto à produção, armazenamento e transporte de substâncias químicas (ROCHA JR; COSTA, GODINI, 2006; FREITAS, PORTO, MACHADO, 2000). Não foram poucos os acidentes industriais ampliados registrados na primeira metade do século XX. Uma compilação de eventos acidentais com mais de 20 óbitos, feita por Freitas, Porto e Machado (2000, p. 32) mostra que de 1917 até 1970, ocorreram 19 acidentes ampliados com uma quantidade estimada de 4.208 mortes.

Entretanto, dois acidentes ocorridos na Europa, na década de 70, foram os principais propulsores para a adoção de uma legislação específica sobre o tema dos acidentes ampliados, no âmbito da União Europeia, que foi a Diretiva de Seveso. O primeiro desses acidentes ocorreu em Flixborough, no Reino Unido, em 1974, e o segundo em Meda, cidade vizinha a Seveso, na Itália, em 1976.

➤ O acidente de Flixborough

Flixborough é uma cidade localizada na região nordeste da Inglaterra. Foi nessa cidade que ocorreu em 1º de junho de 1974, o acidente que trouxe um alerta para a indústria química mundial. Nesse local funcionavam as instalações da Nypro, uma indústria química, onde ocorreu uma ruptura de tubulação e um grande vazamento de ciclohexano. Esse vazamento originou uma nuvem de vapor, cuja massa foi estimada em 30 toneladas, que explodiu momentos depois. A onda de pressão gerada pela explosão e os incêndios que se sucederam, causaram a morte de 28 pessoas e lesões em 36 empregados e mais 53 pessoas da vizinhança das instalações. As instalações da empresa foram totalmente destruídas e os danos materiais se estenderam por um raio de 13 quilômetros. O investimento necessário para a reconstrução da planta e as indenizações ao público vizinho foram estimados em US\$ 180 milhões (PASCON, 1999; RUSHTON, 2007).

➤ O acidente de Seveso

Em 10 de julho de 1976, no município de Meda, na Itália, ocorreu a explosão de um reator da ICMESA, uma fábrica de pesticidas e herbicidas. Com a explosão, uma nuvem tóxica da dioxina TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzeno-p-dioxina) espalhou-se por uma área densamente povoada, atingindo várias cidades próximas; mais de 600 pessoas tiveram que ser evacuadas de suas casas e cerca de 2000 apresentaram sintomas de intoxicação. A cidade mais

afetada foi a de Seveso, por isso o evento ficou conhecido por esse nome. O impacto emocional foi muito grande, pois sendo uma área rural, a terra e a vegetação foram contaminadas, os animais começaram a morrer (cerca de três mil), e as notícias confirmavam que a substância liberada na atmosfera era altamente tóxica. Os produtos da região foram rejeitados no mercado, causando prejuízos à economia local. Não houve registros de mortes de pessoas devido a esse acidente (RUSHTON, 2007; MARCHI, FUNTOWICZ, RAVETZ, 2000; PORTER, WETTIG, 1999).

Embora esses dois acidentes sejam uma referência obrigatória, por antecederem a primeira regulamentação específica sobre acidentes ampliados, eles não estão sozinhos, infelizmente, na história dos acidentes ampliados dos séculos XX e XXI. Eles foram seguidos por *Three Mile Island*, em 1979, nos EUA; Bhopal, em 1984, na Índia; Vila Socó, em 1984, no Brasil; Chernobyl, em 1986, na Ucrânia; Piper Alpha, em 1988, no Mar do Norte; Phillips 66, em 1989, nos EUA; P-36, em 2001, no Brasil; Texas City, em 2005, nos EUA; Macondo (Golfo do México – Plataforma da BP), em 2010; Fukushima (Usina Nuclear), em 2011, no Japão, apenas citando alguns exemplos mais conhecidos.

Tanto os acidentes de trabalho típicos, as doenças relacionadas ao trabalho e os acidentes ampliados, com suas consequências danosas não só aos acidentados, mas ao patrimônio das empresas e ao meio ambiente, reforçam a necessidade de investimentos em uma política de educação para a prevenção. O objetivo é que a segurança seja intrínseca aos projetos, conforme está explícito no questionamento de Kletz (2001, p. 9):

Nós, como engenheiros, devemos esperar que as pessoas mudem sua forma de ser (física ou mental) para que se ajustem às instalações e procedimentos ou devemos projetar instalações e procedimentos que se ajustem às pessoas?

O conceito de Educação para a Prevenção deve abranger desde a educação fundamental até a educação profissional, com uma ênfase especial à formação dos profissionais que vão atuar nos projetos de sistemas complexos e de risco elevado, em sua construção, operação e manutenção. Entre esses profissionais, com destaque, estão os engenheiros.

2.6 A ENGENHARIA, OS ENGENHEIROS E A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Para estudar a formação dos engenheiros e o seu papel de gestores de riscos nos ambientes sociotécnicos em que atuam, considerou-se necessário identificar a engenharia dentro de um contexto histórico, para entender melhor o que ela é e quem são os engenheiros.

2.6.1 A Engenharia

É difícil pontuar em uma escala de tempo, o surgimento do que hoje se chama de engenharia, pois o seu conceito foi sendo construído ao longo da história. Bazzo e Pereira (2008) demonstram que a história da engenharia confunde-se com a história da própria humanidade. Eles mencionam a habilidade técnica como um diferencial humano e destacam a capacidade do ser humano dar forma a objetos e utilizá-los com objetivos específicos. Harms, Baetz e Volti (2004) também apresentam essa característica de construir artefatos, como a engenharia pré-histórica, isto é, a utilização de recursos naturais, selecionados e transformados para o uso pessoal e para atender a uma necessidade.

Posteriormente, no período Neolítico, ou da pedra polida, iniciado há cerca de 12 mil anos, ocorre uma fixação do homem, até então nômade, a determinadas regiões, aprendendo a domesticar animais (pecuária), modelar cerâmica, produzir ferramentas e desenvolver a agricultura. Essa fixação se deu em áreas cujo clima e o solo fértil favoreceram a obtenção de alimentos e limitaram a necessidade de deslocamentos constantes, que eram feitos com o objetivo de caçar e procurar abrigo. Daí em diante, com a existência de uma organização social mais estruturada, o homem começou a dedicar-se a novas descobertas, não só de ferramentas manuais, mas de dispositivos que o ajudassem a realizar as novas tarefas que se apresentavam, principalmente aquelas ligadas à agricultura, ao manejo de animais e a construções de utilidades e abrigos. Essa capacidade transformadora, pode ser então reconhecida como precursora da engenharia. Mas não se trata de uma engenharia sistematizada e apoiada em cálculos matemáticos, mas “um olhar curioso e uma ação, uma intervenção nas condições concretas, pela modificação ou uso de materiais que estão à sua disposição” (SCHNAID, BARBOSA, TIMM, 2001, p. 89).

Ao longo dos séculos, conforme relatam Bazzo e Pereira (2008), a engenharia se desenvolveu em bases empíricas, com a informação sendo passada entre as gerações, de acordo com a experiência dos artesãos em seus produtos e processos. Havia uma separação entre o conhecimento científico, vinculado aos filósofos e pensadores, e as técnicas construtivas, vinculadas aos artesãos. Os primeiros, com uma visão aberta e questionadora sobre todo o universo, mas nem sempre com uma preocupação de uma aplicação prática do seu conhecimento e os últimos voltados ao seu próprio mundo, representado pelos artefatos que produziam. É bem verdade que esse empirismo da engenharia antiga, envolvia cálculos, alteração de características de materiais e desenvolvimento de soluções específicas. E algumas dessas obras “ainda desafiam os pesquisadores pela dificuldade de relacionar seu porte com o ferramental técnico e científico disponível a seus projetistas” (SCHNAID, BARBOSA, TIMM, 2001, p. 91).

Considerando-se, tal qual Bazzo e Pereira (2008, p. 70) que a engenharia moderna se caracteriza “por uma forte aplicação de conhecimentos científicos à solução de problemas”, essa aproximação entre o saber científico e a sua aplicação nas questões práticas trouxe uma nova visão para a engenharia. A explicação científica passou a fundamentar a observação, permitindo a formulação de teorias e experimentos.

Ora, a revolução industrial tão bem simbolizada por artefatos como a máquina a vapor e o tear mecânico, traz uma mudança nas relações sociais e na organização do trabalho, estabelecendo a produção em massa, o surgimento das fábricas, a utilização de sistemas mecanizados, o consumo de combustíveis, a manipulação de produtos químicos. Essa mudança fez com que um mesmo processo produtivo trouxesse impactos à segurança e à saúde de um enorme contingente de trabalhadores. E a engenharia e seus protagonistas, se por um lado passam a ser nitidamente identificados entre os responsáveis pelo desenvolvimento econômico, também o são pelos negativos impactos sociais, conforme sintetizado a seguir:

A crítica aos processos industriais mecanizados, repetitivos, insalubres, predadores da humanidade e da natureza, destinam-se também àqueles que usaram e aplicaram sua ciência para a “conversão ótima dos recursos naturais”: os engenheiros (SCHNAID, BARBOSA, TIMM, 2001, p. 93).

2.6.2 Os Engenheiros

Ao acompanhar o desenvolvimento histórico da humanidade e reconhecer a construção do conceito da engenharia dentro desse processo, percebe-se que ainda não se configurava, pelo menos até a revolução industrial, uma profissão de engenheiro, embora algumas das características desse profissional estivessem presentes em vários personagens, anônimos ou notórios, que construíram a história da humanidade. Schnaid, Barbosa e Timm (2001, p. 90), fazem uma divertida abordagem nesse sentido:

Vejamos: a quem, senão a um proto-engenheiro, o Criador demandaria, por exemplo, que construísse ‘[...] uma arca de [...] trezentos côvados de comprimento’, com ‘um andar de baixo, um segundo e um terceiro’. Pois quem ouviu a ordem divina, o mitológico Noé, certamente deveria ser observador, curioso e habilidoso como seu ancestral, e também deveria já ter agregado uma outra característica: ser dado à precisão das medidas e ter confiança na própria engenhosidade para aceitar o desafio de fazer sustentar um andar sobre o outro e, além disso, sustentar à arca, ele próprio, sua família e as espécies animais do planeta sobre a água, em um fantástico desafio de engenharia civil, naval e de logística, uma vez que Noé também deveria pensar na sobrevivência de toda a tripulação por 40 dias, dentro da arca. Experimente pensar em estoque de comida para atender às necessidades de espécies tão distintas; dimensionar as condições sanitárias; a navegabilidade da arca; a manutenção de sua estrutura; o gerenciamento da circulação interna e um verdadeiro sem-fim de problemas, e isso sem pensar nos dilemas éticos, morais, legais e – pelo menos no exemplo bíblico – religiosos. Um problema complexo, com muitas variáveis, convenhamos: coisa para uma cabeça de engenheiro...

Essa “cabeça de engenheiro”, mencionada pelos autores citados, é uma expressão que está incorporada a um conceito de objetividade, racionalidade, pragmatismo; uma cabeça que planeja e decide apoiada em cálculos matemáticos. Um pensamento cartesiano. Por uns é vista como uma qualidade e por outros como um defeito. Mas na análise histórica e semântica, a origem do engenheiro está vinculada a uma capacidade de criação, invenção e transformação. Engenheiro é proveniente da palavra latina *ingenium*, cujo significado está associado à habilidade, ao engenho propriamente dito, ou a um produto que seja resultado de uma manipulação habilidosa, mostrando-se inovador e útil. Naturalmente, a derivação “engenhoso” passou a ser utilizada para designar as pessoas que possuíam uma mente inovadora e a habilidade manual para fazer esses produtos. A partir do século dezoito, configura-se a derivação do termo “engenhoso” para “engenheiro”, identificando-se por esse nome aqueles que desenvolviam suas técnicas com base em princípios científicos. A designação mais comum, inicialmente, passou a ser engenheiro civil. “Inicialmente, esta designação serviu em muitos países para definir toda a engenharia que não se ocupava de

serviços públicos ou do Estado; em outros países compreendia toda a engenharia com exceção da militar” (BAZZO, PEREIRA, 2008, p. 74).

Entretanto, o perfil do engenheiro de hoje é fruto de uma abordagem sistematizada pela sociedade, através de organismos de regulação ou de certificação, sejam eles governamentais ou associativos. No Brasil, o perfil do engenheiro está formalmente estabelecido, tanto no que diz respeito à sua formação quanto à sua atividade profissional; em ambos os casos por instituições governamentais. No aspecto da sua formação, o perfil requerido para o engenheiro brasileiro está estabelecido em uma resolução do Ministério da Educação, que aprovou as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos Cursos de Graduação em Engenharia:

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 (BRASIL, 2002b).

Nessa resolução estão elencadas as competências e habilidades gerais que se esperam ver desenvolvidas no processo de formação dos engenheiros:

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;
 - VII. supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
 - VIII. avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
 - IX. comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
 - X. atuar em equipes multidisciplinares;
 - XI. compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
 - XII. avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
 - XIII. avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
 - XIV. assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.
- (BRASIL, 2002b, art. 4º, incisos I a XIII)

A garantia de cumprimento dessas diretrizes curriculares nacionais é da instituição de ensino superior, que deve possuir um projeto pedagógico de cada curso de engenharia que demonstre como serão desenvolvidas as competências e habilidades esperadas.

No aspecto do exercício profissional do engenheiro, os seus princípios estão descritos no Código de Ética Profissional (CEP), aprovado por uma Resolução do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA), após amplo debate entre os profissionais. Entre os princípios éticos, três estão diretamente relacionados ao perfil de atuação crítica estabelecido pelo CNE, conforme se observa nas descrições a seguir:

A profissão é bem social da humanidade e o profissional é o agente capaz de exercê-la, tendo como objetivos maiores a preservação e o desenvolvimento harmônico do ser humano, de seu ambiente e de seus valores;

A profissão realiza-se pelo cumprimento responsável e competente dos compromissos profissionais, munindo-se de técnicas adequadas, assegurando os resultados propostos e a qualidade satisfatória nos serviços e produtos e observando a segurança nos seus procedimentos;

A profissão é exercida com base nos preceitos do desenvolvimento sustentável na intervenção sobre os ambientes natural e construído e da incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores (CONFEA, 2002).

É fácil perceber que os documentos que estabelecem as características desejadas para os engenheiros brasileiros, deixam claro que a sociedade espera dos engenheiros uma visão ampla do ambiente em que eles vão intervir. E isso deve ser desenvolvido durante a sua formação inicial, pois essas Diretrizes Curriculares Nacionais foram estabelecidas para aplicação na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos cursos de graduação em engenharia (BRASIL, 2002b). Aliás, o Conselho Nacional de Educação, ao analisar e aprovar a proposta dessas novas diretrizes curriculares, pronunciou-se da seguinte forma:

O novo engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, ele deve ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões (BRASIL, 2002c).

Portanto, da cabeça de engenheiro, estereotipada por alguns como calculista, científica, neutra, espera-se hoje uma cabeça aberta, inovadora, coerente e consciente do seu papel social.

Mesmo fora do ambiente acadêmico, encontrou-se uma abordagem específica sobre essa expectativa em relação à engenharia brasileira, nesse trecho de um artigo do jornalista Mauro Santayana, publicado no Jornal do Brasil:

Teremos que formar engenheiros em número expressivo para garantir o desenvolvimento tecnológico, de forma a depender menos dos processos industriais estrangeiros. Mas não podemos descuidar da formação humanística [...]. Com engenheiros mudamos a natureza e a colocamos ao serviço dos homens. Mas com o conhecimento das ideias e da história edificamos seres humanos, capazes de ver no outro toda a grandeza da vida. Para lembrar o velho humanismo grego, o verdadeiro milagre é o homem (SANTAYANA, 2010).

Quanto ao aspecto específico da segurança e saúde dos trabalhadores, se por um lado as Diretrizes Curriculares abordam o tema de forma generalista, o Código de Ética dos Engenheiros é explícito, não apenas ao enunciar os princípios éticos, mas também ao estabelecer os deveres dos profissionais de engenharia. Por se tratar de profissão legalmente regulamentada, a infração às prescrições codificadas sujeita os engenheiros a sanções ao seu exercício profissional, além da responsabilidade civil e criminal, a que todos os cidadãos estão sujeitos, caso os resultados de suas ações ou omissões causem lesão ou danos a outrem.

Para exemplificar, transcreve-se a seguir duas das prescrições codificadas como deveres (obrigações) dos engenheiros: “contribuir para a preservação da incolumidade pública; alertar sobre os riscos e responsabilidades relativos às prescrições técnicas e às consequências presumíveis de sua inobservância” (CONFEA, 2002, artigo 9º, alíneas “c” e “f”).

Ao comentar as referidas obrigações prescritas no Código de Ética dos Engenheiros, Pusch [s.d.] menciona os princípios de não lesar, da responsabilidade técnica e do dever de informar. Reconhecendo que o risco é inerente às atividades dos engenheiros, pela sua própria natureza, Pusch [s.d.] comenta que a prescrição deixa explícita a responsabilidade dos engenheiros em atuar preventivamente, informar sobre a existência dos riscos, instruir sobre os procedimentos técnicos adequados, mostrar as consequências e as responsabilidades. E arremata: “O silêncio ante a iminência de risco é intolerável” (PUSCH, [s.d.], p.156).

No Código de Ética, abordam-se as proibições (condutas vedadas) aos profissionais de engenharia. E entre elas também estão explícitas as questões relacionadas à proteção das pessoas, conforme se pode observar nos três itens transcritos a seguir:

Condutas vedadas ao profissional:

- descuidar com as medidas de segurança e saúde do trabalho sob sua coordenação;
- ssédio moral sobre os colaboradores;
- prestar, de má-fé, orientação, proposta, prescrição técnica ou qualquer ato profissional que possa resultar em dano ao ambiente natural, à saúde humana ou ao patrimônio cultural (CONFEA, 2002, art. 9º, inciso III e V).

Nesta versão comentada do código, faz-se a relação com o princípio da incolumidade de terceiros, reforçando a responsabilidade do engenheiro de gerir os riscos inerentes ao trabalho, em especial quanto à segurança e saúde dos trabalhadores que estão sob a sua responsabilidade técnica. O descuido com a adoção de medidas preventivas caracteriza-se, portanto, como infração ética.

Esses requisitos de formação e atuação não são exclusivos dos engenheiros brasileiros. Nos EUA, por exemplo, os cursos de formação de engenheiros são submetidos a um processo de acreditação, por intermédio da *American Board of Engineering and Technology* (ABET). Trata-se de uma instituição mantida por dezenas de associações profissionais norte-americanas, responsável pelo processo de acreditação. Para isso, são estabelecidos nove critérios gerais aplicáveis às diferentes modalidades de cursos de engenharia, além de outros requisitos específicos para cada determinada modalidade. Entre esses critérios gerais, está reproduzido logo abaixo aquele que trata dos resultados a serem atingidos pelos programas de formação em engenharia, com alguns itens que demonstram a exigência da compreensão, por parte dos engenheiros, dos aspectos da segurança e saúde nos ambientes de trabalho, além de outros grandes temas transversais ou transdisciplinares, tais como ética, sustentabilidade e responsabilidade social (ABET, 2008).

Critério 3. Objetivos do Programa

Os programas de engenharia devem demonstrar que os seus alunos atendem aos seguintes objetivos:

- a) habilidade para aplicar conhecimentos de matemática, ciência e engenharia;
- b) habilidade para projetar e conduzir experimentos, assim como analisar e interpretar dados;
- c) **habilidade para projetar um sistema, componente ou processo para atender às necessidades, dentro de restrições realistas tais como as econômicas, ambientais, sociais, políticas, éticas, de saúde e segurança, fabricação e sustentabilidade;**
- d) habilidade para atuar em equipes multidisciplinares;
- e) habilidade para identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- f) **compreensão da responsabilidade ética e profissional;**
- g) habilidade para comunicar-se de forma eficaz;
- h) **educação abrangente, necessária para compreender o impacto das soluções de engenharia em um contexto global, econômico, ambiental e social;**
- i) reconhecimento da necessidade e a habilidade para se comprometer com o aprendizado contínuo;
- j) um conhecimento dos temas contemporâneos;
- k) habilidade para usar técnicas, práticas e ferramentas da engenharia moderna necessárias para o exercício da engenharia (ABET, 2008, tradução e grifos nossos).

Esses critérios foram incorporados ao processo de acreditação dos cursos, nos EUA, há mais de quinze anos, por incentivo de associações de engenheiros que defenderam que esse tema fosse abordado nas universidades (BETHEA, 1992).

Outro exemplo de um país que contempla o obrigatório conhecimento e aplicação dos critérios de segurança e saúde por parte dos engenheiros está no Reino Unido. O Conselho de Engenharia daquele país estabelece um padrão de competência a ser avaliado para o registro profissional dos engenheiros (ENGINEERING COUNCIL, 2010). Os candidatos ao registro, por intermédio de instituições locais de engenharia às quais estejam filiados, devem comprovar o atendimento aos requisitos estabelecidos no referido padrão denominado *United Kingdom Standard for Professional Engineering Competence* (UK-SPEC). Para cada nível profissional, há cinco grandes competências e compromissos sob os quais se dá a avaliação, conforme abaixo apresentado:

- a) Usar uma combinação de conhecimentos gerais e específicos de engenharia para aplicar a tecnologia existente e a emergente.
- b) Aplicar métodos teóricos e práticos para projetar, desenvolver, fabricar, construir, comissionar, operar, manter, descomissionar e reciclar processos, sistemas, serviços e produtos de engenharia.
- c) Executar a gestão técnica e comercial.
- d) Demonstrar relacionamento interpessoal eficaz.
- e) Demonstrar um compromisso pessoal com as normas profissionais, reconhecendo obrigações com a sociedade, a profissão e o ambiente. (ENGINEERING COUNCIL, 2010, p. 12-18, tradução nossa)

No desdobramento do item (e) está presente de forma clara a competência associada à segurança e saúde dos trabalhadores, meio ambiente, ética e responsabilidade social:

- E1 Respeitar os códigos de conduta aplicáveis.
- E2 Gerenciar e aplicar sistemas seguros de trabalho.
- E3 Desempenhar as atividades de engenharia de forma a contribuir com o desenvolvimento sustentável.
- E4 Realizar um desenvolvimento profissional contínuo, necessário para manter e melhorar o desempenho em sua área de atuação. (ENGINEERING COUNCIL, 2010, p. 16-17, tradução nossa)

O subitem E2 está discriminado da seguinte forma:

Isso inclui habilidade para:

- Identificar e assumir responsabilidades quanto às obrigações relacionadas aos temas da saúde, segurança e previdência social.
- Gerenciar sistemas que satisfaçam os requisitos de saúde, segurança e previdência social.
- Desenvolver e implantar sistemas de identificação de perigos e avaliação de riscos.
- Gerenciar, avaliar e melhorar esses sistemas. (ENGINEERING COUNCIL, 2010, p.16)

A leitura desses requisitos e de seus desdobramentos evidencia a incorporação da competência de trabalhar pela segurança ao desempenho dos engenheiros registrados no Reino Unido.

Com base nessas referências normativas nacionais e internacionais, é possível estabelecer uma equivalência ou comparação entre eles, identificando convergências. O quadro a seguir, apresenta o resumo comparativo desses requisitos estabelecidos nessas quatro referências: Ministério da Educação, através das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), Conselho Federal de Engenharia (CONFEA), pelo Código de Ética Profissional (CEP), American Board of Engineering and Technology (ABET) pelos critérios de certificação e o Engineering Council Britânico, pelos seus padrões de competência para profissionais de engenharia (SPEC).

DCN	CEP	ABET	SPEC	CONCEITO	RESUMO
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.	Exercer a profissão tendo como objetivos maiores a preservação e o desenvolvimento harmônico do ser humano, de seu ambiente e de seus valores.	Compreender o impacto das soluções de engenharia em um contexto global, econômico, ambiental e social.	Demonstrar um compromisso pessoal com as normas profissionais, reconhecendo obrigações com a sociedade, a profissão e o ambiente.	HUMANISMO	Compreender o impacto das soluções de engenharia em um contexto global, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais e reconhecendo suas obrigações com a sociedade.
Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.	Exercer a profissão com base nos preceitos do desenvolvimento sustentável na intervenção sobre os ambientes natural e construído e da incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores.	Projetar um sistema, componente ou processo para atender às necessidades, dentro de restrições realistas tais como as econômicas, ambientais, sociais, políticas, éticas, de saúde e segurança, fabricação e sustentabilidade.	Desempenhar as atividades de engenharia de forma a contribuir com o desenvolvimento sustentável.	SUSTENTABILIDADE	Desempenhar as atividades de engenharia, dentro de restrições realistas, com base nos preceitos do desenvolvimento sustentável na intervenção sobre os ambientes natural e construído.
Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais.	Cumprir de forma responsável e competente os compromissos profissionais, munindo-se de técnicas adequadas, assegurando os resultados propostos e a qualidade satisfatória nos serviços e produtos e observando a segurança nos seus procedimentos.	Compreender a responsabilidade ética e profissional.	Identificar e assumir responsabilidades quanto às obrigações relacionadas aos temas da saúde, segurança e previdência social.	RESPONSABILIDADE	Cumprir de forma responsável e ética os compromissos profissionais, assegurando os resultados propostos, a qualidade dos serviços e produtos e observando a segurança nos seus procedimentos.
Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas.	Exercer a profissão com base nos preceitos da incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores.	Projetar um sistema, componente ou processo para atender às necessidades, dentro de restrições de saúde e segurança.	Gerenciar e aplicar sistemas seguros de trabalho. Gerenciar sistemas que satisfaçam os requisitos de saúde, segurança e previdência social. Desenvolver e implantar sistemas de identificação de perigos e avaliação de riscos.	RESPONSABILIDADE	

Quadro 03 - Requisitos de atuação dos engenheiros

Fonte: Elaborado pelo autor

As colunas “CONCEITO” e “RESUMO” representam o resultado de uma análise crítica e comparativa dos requisitos reproduzidos nas demais colunas. Nesta análise, o humanismo, a sustentabilidade e a responsabilidade foram conceitos integradores do conjunto de requisitos. Para cada um desses conceitos, procurou-se encontrar uma forma de resumir ou agrupar similaridades, que é o que se apresenta na última coluna. O conceito Responsabilidade é o que contempla de forma mais específica os aspectos de saúde e segurança. Desejando descrever de forma mais clara esse conceito, porém focalizando o objeto principal da pesquisa, conclui-se da seguinte forma:

Responsabilidade: O exercício responsável e ético da engenharia exige a avaliação crítica dos sistemas, desde o projeto até a operação e manutenção, visando à garantia da incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores. Para isso, devem-se considerar as restrições de saúde e segurança, atendendo aos requisitos legais e normativos e aplicando soluções inovadoras e seguras, mediante identificação de perigos e avaliação de riscos.

Esta descrição voltará a ser utilizada posteriormente.

2.6.3 A formação dos engenheiros

Diante da dimensão do problema dos acidentes e doenças do trabalho e das exigências de desempenho dos engenheiros na redução dos riscos inerentes ao trabalho, é esperado que as escolas de engenharia e as empresas estejam empenhadas em contemplar a educação para a prevenção na formação de seus alunos e de seus novos engenheiros. Consta-se que a incorporação desse conceito de educação para a prevenção não deve ser um privilégio da formação dos engenheiros, mas de várias categorias profissionais cuja atuação influencia decisivamente no ambiente do trabalho (NOGUEIRA, 1982; AISS, 2003; EUROPEAN, 2004; GADEGAST, 2005). Aliás, o ideal é que o desenvolvimento da percepção de risco fosse iniciado na educação fundamental, como sinaliza Balthazar Júnior (2004). Entretanto, como os engenheiros são representantes da gestão tecnológica diante da sociedade, os cursos de engenharia e seus projetos pedagógicos, bem como a formação de seus egressos, são objetos de muitas considerações, análises e críticas. Golder (2000) considera que o estudo da segurança industrial no currículo de graduação deveria ser um dos mais importantes aspectos do ensino de engenharia. Willey, Hendershot e Berger (2006, p. 14), por exemplo, ao fazerem uma revisão, vinte anos depois, sobre o acidente de Bophal, comentam, em tom de desabafo:

“É angustiante que muitos estudantes de engenharia química nunca tenham ouvido falar de Bophal – nós precisamos estar certos que essa seja uma de suas primeiras aulas de engenharia”.

Em 1982, a OIT organizou, em Genebra, um Simpósio Internacional sobre Educação e Políticas de Treinamento em Segurança, Saúde e Ergonomia no Trabalho (ILO, 1982). Muitos trabalhos apresentados eram voltados especificamente à formação dos engenheiros.

Nesse simpósio, Fernandez-Fuentes (1982), por exemplo, aborda a responsabilidade dos engenheiros para influenciar a prevenção de riscos, principalmente por desempenharem funções de comando. E enfatiza que para fortalecer a prevenção, um instrumento essencial é a educação, e em especial a dos engenheiros. Entretanto, ele constata que o estudante de engenharia não está motivado a estudar os assuntos relacionados à segurança do trabalho por não considerar que é algo importante. Em parte, segundo ele, isso se deve ao fato de o tema não estar incluído nos programas dos cursos, uma vez que os diretores das escolas de engenharia e universidades ainda não entenderam a necessidade de integração desse conteúdo. Para isso, ele propõe uma disciplina a ser oferecida em um semestre, com duas horas por semana, abordando desde os conceitos mais importantes em administração, história e legislação, até algumas características específicas, relacionadas à segurança, tais como ergonomia, proteção de máquinas, prevenção de incêndios, riscos químicos e físicos.

No mesmo evento, Jérôme (1982) apresentou a experiência aplicada na *Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries* de Strasbourg, na França. Foi utilizado um programa obrigatório de trinta horas no terceiro semestre dos cursos de engenharia e arquitetura, com aspectos comuns às diferentes especialidades e um módulo de seis horas específico a cada uma delas. Além disso, a escola criou um curso de formação complementar, paralelo ao último ano do curso, com carga horária de duzentas e quarenta horas, voltado às técnicas de segurança aplicadas ao trabalho. Para Jérôme (1982), isso é tão importante que ele se pronuncia contra a formação de especialistas em segurança, por considerar que é algo que contraria o espírito da segurança integrada aos processos.

Outro trabalho do simpósio trata da educação em higiene ocupacional no Instituto de Tecnologia da Noruega, que integra a Universidade de Trondheim. Naquele trabalho, Ophus (1982) relatou as ações desenvolvidas no instituto com o propósito de atender à necessidade de integrar a educação em SST à formação dos engenheiros. No primeiro ou segundo ano é requerido um curso introdutório em ciências sociais. O curso inclui conceitos básicos de ergonomia e higiene ocupacional, além de uma introdução à psicologia social, gestão industrial, direito e economia. Tem duração de 30 semanas (dois períodos) com três aulas e

dois tutoriais por semana. No terceiro ano, entre as oito disciplinas optativas, uma delas trata do ambiente de trabalho, compreendendo temas como higiene ocupacional, ergonomia, toxicologia, acidentes industriais e psicologia do trabalho. Tem duração de um período (15 semanas) com três aulas e um tutorial por semana. No quarto ano, cursos mais avançados, em várias áreas, entre eles um curso de higiene ocupacional, abordando gases, aerodispersóides, métodos de amostragem, calor, iluminação, radiação, ruído, vibração, ventilação, epidemiologia etc. Com duração de um período (15 semanas) com três aulas e um tutorial por semana. Outros cursos específicos são ofertados em acústica, ergonomia, iluminação, toxicologia e ventilação. Em resumo, esse assunto é abordado em diferentes níveis no Instituto de Tecnologia da Noruega, visando “atender às demandas da sociedade moderna, produzindo engenheiros com um melhor entendimento e consciência para a proteção da saúde dos trabalhadores e do meio ambiente” (OPHUS, 1982).

Nogueira (1982), além de apresentar um resumo dos trabalhos do simpósio, trata em um artigo específico, da educação em segurança e saúde no trabalho (SST) para profissionais não especialistas. Embora ele trate de várias denominações profissionais, estabelece claramente as suas prioridades: “Se formos estabelecer prioridades em relação ao público-alvo, os primeiros seriam os médicos, seguidos imediatamente pelos engenheiros” (NOGUEIRA, 1982, p. 284). Se por um lado, Nogueira (1982, p. 284) não descreve um estudo de caso, por outro ele é bastante objetivo ao apresentar propostas específicas de inserção do tema da segurança e saúde no trabalho para mais de dez cursos de educação superior, entre eles para engenheiros, arquitetos, químicos, físicos, administradores, médicos, enfermeiros, dentistas e psicólogos. Sua proposta reforça a importância de o tema ser tratado de acordo com a realidade do trabalho de cada profissão. Ele indica também em que ponto do curso o assunto deva ser ensinado: “É preferível ensinar SST durante os anos finais do curso, quando os estudantes já adquiriram um conhecimento geral da sua formação e podem entender melhor sua relação com a segurança e a saúde” (NOGUEIRA, 1982, p. 285).

Bittencourt (2003) considera a responsabilidade social do engenheiro como um dos desafios dos cursos de engenharia e incluiu em seu trabalho pesquisas com estudantes da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) da UNICAMP. Um de seus objetivos era constatar a percepção dos estudantes sobre a reforma curricular promovida pela FEM, em especial quanto ao aspecto da responsabilidade social do engenheiro. Embora ela não aborde a característica específica da educação para a prevenção e o papel do engenheiro como gestor de riscos, pode-se considerar que a sua abordagem é mais generalista, porém contempla, ainda que indiretamente, o problema da pesquisa deste trabalho. Dito de outra forma, o conceito de

segurança e saúde dos trabalhadores pode estar incluído na temática da responsabilidade social do engenheiro. Ao citar as disciplinas que ela classifica como sendo de “formação geral”, Bittencourt (2003) menciona humanidades, ciências sociais, economia, administração e ciência do ambiente, revelando que em sua pesquisa metade dos respondentes não as considera como relevantes para a sua formação profissional. E conclui que, embora a reforma curricular tenha deixado claro o compromisso da instituição com uma visão de mundo integrada e não restrita à racionalidade técnico-científica, as disciplinas que teriam esse papel não atenderam à expectativa. Resumindo as observações de parte dos respondentes de sua pesquisa sobre essas disciplinas, ela afirma:

Para aqueles que dizem que essas disciplinas não contribuíram para uma atuação que ultrapasse os aspectos técnicos da profissão, encontramos referências ao fato de que tais disciplinas não têm objetivos definidos; não são articuladas entre si e com as demais disciplinas; são mal ministradas (BITTENCOURT, 2003, p. 131).

Diante dessa constatação, ela compara com resultados semelhantes encontrados em outra pesquisa no curso de Engenharia Civil da Universidade de São Paulo, onde muitos alunos chamam pejorativamente as disciplinas sobre filosofia, psicologia e sociologia de “perfumaria”.

Esse grupo de alunos também fez críticas ao fato de os programas dessas disciplinas serem de caráter geral e privilegiarem a transmissão de informações que não estimulam a participação ativa do estudante (BITTENCOURT, 2003, p.134).

Percebe-se nos dois casos, que uma das causas do descontentamento diz respeito ao aparente distanciamento entre os programas das disciplinas de “formação geral” e o restante do conteúdo do curso. Isso reforça a importância de abordagens inter e transdisciplinares, envolvendo e comprometendo os docentes responsáveis pelas disciplinas do núcleo central. Nessa linha, Bartolomei (2002, p.177-178) ao tratar do ensino da engenharia civil, critica a solução simplista de inclusão de disciplinas:

Não basta a simples incorporação de novas disciplinas à estrutura curricular vigente, que somente representaria uma nova “pasta” de trabalho anexada linearmente, mas sim de serem incorporados novos pensamentos que possibilitem a criação de uma estrutura espacial de construção de conhecimentos.

Em relação à formação de engenheiros eletricitistas, Simões (2008) pesquisou as informações disponibilizadas por faculdades ou escolas de engenharia no Brasil, buscando identificar a presença de conteúdos voltados aos aspectos gerais de higiene e segurança do

trabalho (HST) e de aspectos específicos de segurança em eletricidade em 80 cursos de graduação em engenharia elétrica. Constatou que “menos da metade dos cursos de graduação pesquisados possuem disciplina de higiene e segurança do trabalho”, ou seja, 32 cursos (SIMÕES, 2008, p.56). Seu estudo também tinha como objetivo “coletar informações para saber se, dentre os cursos de engenharia elétrica que possuem nos seus currículos a disciplina de HST, se estas ementas possuíam conteúdos relacionados à segurança em eletricidade”, chegando à conclusão que apenas em 12 cursos esse conteúdo foi encontrado (SIMÕES, 2008, p.57). Dito de forma resumida e objetiva, na formação de engenheiros eletricitas no Brasil, em uma amostra de 80 cursos, a maioria representada por 85% da amostra, ou seja, 68 cursos, não contemplam informações sobre segurança em eletricidade.

Perrin e Laurent (2008) descrevem a inserção de conteúdo relacionado à segurança e controle de perdas em três departamentos de Engenharia Química, na França: *Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques* de Nancy (ENSIC), *Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques* de Toulouse (ENSIACET) e *Ecole Nationale Supérieure en Génie des Technologies Industrielles* de Pau (ENSGTI). Segundo esses autores, os acidentes industriais ampliados, principalmente na França, foram a principal motivação para se exigir conhecimentos de segurança dos novos engenheiros. Eles propõem uma questão inicial sobre o ensino de segurança para os engenheiros químicos: saber se esse conteúdo deve ser incluído como parte integrada a todas as disciplinas ou apresentada como uma disciplina separada. Embora a integração pareça ser a melhor forma, por valorizar a ideia da segurança como algo inerente aos processos, a sua aplicabilidade não se mostrou fácil:

Não pode ser esperado que os docentes de todas as disciplinas tenham o necessário interesse, conhecimento e experiência. [...] Atualmente essa opção é a mais difícil de implementar, pelo menos na França, pela ausência de membros das faculdades com suficiente experiência e interesse de ensinar esse tipo de assunto (PERRIN, LAURENT, 2008, p. 86).

Optando por cursos separados, outra questão apresentada pelos autores está relacionada ao conteúdo a ser ministrado. Como premissa, eles estabelecem que deve haver um movimento progressivo para uma abordagem mais integrada, envolvendo conceitos de várias disciplinas (incluindo ciências sociais e humanidades) para expandir as perspectivas dos engenheiros químicos a promover uma abordagem multidisciplinar nos processos de tomada de decisão (PERRIN, LAURENT, 2008, p.86). Eles apresentam as variações de carga horária e conteúdo nos três departamentos, destacam o alinhamento das propostas dos cursos

com as orientações de instituições europeias na área de segurança e educação, e estabelecem os três temas principais em comum:

Conhecimento técnico (incluindo aspectos como definições, metodologias de avaliação de riscos, análise de acidentes e estatística e probabilidade);
 Conhecimento organizacional (tais como deveres e responsabilidades das partes interessadas, aspectos financeiro-econômicos, leis e regulamentos, sistemas de gestão de segurança e processos de tomada de decisão);
 Conhecimento social/humano (incluindo comunicação de riscos, fatores humanos e mais recentemente questões éticas) (PERRIN, LAURENT, 2008, p. 87).

Embora tenham escolhido a proposta de realizar disciplinas específicas, permanece o desafio de aumentar a integração dos conceitos de segurança na formação dos engenheiros químicos na França. E a maior barreira para que isso ocorra, é a já congestionada grade curricular da engenharia química e a contínua pressão para a inclusão de novas disciplinas (PERRIN, LAURENT, 2008, p. 87).

Stacey *et al.* (2007) relatam o desenvolvimento de materiais para o ensino dos conceitos de risco através de dois projetos, um que trata de uma abordagem integrada em um curso de engenharia mecânica e o outro de uma solução para educação a distância. O primeiro no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Liverpool (Reino Unido) e o último, de caráter geral, para ser usado em cursos de graduação em engenharia ou para programas de treinamento de engenheiros nas empresas. Segundo eles: "o objetivo geral de ambos os projetos é garantir que todos os estudantes que completem seus cursos de engenharia tenham uma compreensão básica dos riscos à saúde e à segurança que sejam pertinentes à sua área específica de formação profissional" (STACEY *et al.*, 2007, p. 2).

Ao iniciarem o seu relato, os autores informam que a necessidade de educar os estudantes de engenharia, quanto aos riscos dos ambientes de trabalho, já está formalmente estabelecida no Reino Unido, não só pelo órgão oficial de segurança e saúde no trabalho, que é o *Health and Safety Executive* (HSE), mas também pelo Conselho de Engenharia do Reino Unido e por outras instituições, como é o caso da *Institution of Occupational Safety and Health* (IOSH – UK). E no âmbito da Europa, mencionam a *European Network for Education and Training in Occupational Safety and Health* que foi estabelecida para facilitar a distribuição e utilização de boas práticas na integração da segurança e saúde ocupacional na educação de uma forma geral.

Com base nessas premissas e na opção por uma solução integrada ao curso de engenharia mecânica, Stacey *et al.* (2007, p. 2-3) resumem os objetivos de aprendizagem a serem alcançados com o projeto para os estudantes de engenharia mecânica:

Na graduação os estudantes devem estar aptos a demonstrar conhecimento e compreensão de:

1. Conceitos de perigo, risco e segurança como parte do cotidiano.
2. As responsabilidades profissionais de um engenheiro pela segurança e gerência dos riscos.
3. Princípios de identificação de perigos e avaliação de riscos pertinentes à disciplina.
4. Métodos de identificação de perigos e avaliação de riscos pertinentes à disciplina.
5. Técnicas para reduzir e controlar os riscos.
6. Segurança pessoal e exposição a perigos e riscos nos ambientes de trabalho.
7. Causas básicas de acidentes e falhas.

A eficácia da utilização dos materiais didáticos produzidos foi medida com a aplicação de questionários no início e no final do ano tanto para estudantes que não tiveram contato com o material desenvolvido quanto para os que tiveram. Os resultados alcançados validaram o método que vem sendo aplicado e aperfeiçoado.

A revisão dessa literatura evidencia que ainda não há consenso sobre a melhor forma de contemplar a inclusão do tema da segurança do trabalho na formação dos engenheiros. E essa controvérsia não se limita ao tema da segurança dos trabalhadores, mas à maioria daqueles relacionados à perspectiva social da ciência e da tecnologia, tais como economia, ética, meio ambiente e responsabilidade social.

A educação especializada, não apenas no ensino tecnológico, é objeto permanente de questionamentos, com diversas propostas de ser repensada. Morin (2004) elenca entre os problemas essenciais da educação o seu aspecto reducionista.

Como nossa educação nos ensinou a separar, compartimentar, isolar e, não a unir os conhecimentos, o conjunto deles constitui um quebra-cabeças ininteligível. [...] A incapacidade de organizar o saber disperso e compartimentado conduz à atrofia da disposição mental natural de contextualizar e de globalizar. (MORIN, 2004, p.42-43)

E se pudesse haver dúvidas, frente ao seu pensamento, quanto à importância da ciência especializada, ele mesmo arremata que “não se trata de abandonar o conhecimento das partes pelo das totalidades, nem da análise pela síntese; é preciso conjugá-las” (MORIN, 2004, p.46).

Sobre o ensino de engenharia, Bazzo (1999, p.97) já propunha:

[...] uma educação ampla, com forte embasamento técnico, mas que respeite e destaque considerações de suas relações sociais. Talvez devesse denominá-la

transdisciplinar, no sentido de que a entendo indissociada das questões éticas, políticas, ambientais, econômicas, históricas e tantas outras.

Sommerman (2006, p.43) considera que a síntese mais adequada para esse conceito de educação transdisciplinar é aquela estabelecida no Congresso Internacional de Transdisciplinaridade, realizado em Locarno, em 1997, e a reproduz da seguinte forma:

A transdisciplinaridade, como o prefixo “trans” o indica, diz respeito ao que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de toda disciplina. Sua finalidade é a compreensão do mundo atual, e um dos imperativos para isso é a unidade do conhecimento.

Esse conceito de educação transdisciplinar parece ser uma boa solução para que a formação dos engenheiros permaneça com a ênfase necessária no conhecimento técnico e científico e ao mesmo tempo promovendo o questionamento das relações de causa e efeito nas suas interações sociais (Bazzo, 1999). No campo da segurança e saúde dos trabalhadores, o reconhecimento desse contexto pelos engenheiros, como parte integrante dos problemas de engenharia a que se propõem a resolver, contribuiria para a construção e manutenção de ambientes de trabalho mais seguros e saudáveis. É uma das melhores formas de se alcançar esse objetivo é por meio de uma educação que contemple esse assunto, ao longo do processo de formação dos engenheiros, tanto na escola quanto na empresa. O nosso futuro comum, como humanidade e planeta, passa, sem dúvida pelo reconhecimento da complexidade humana. Mais uma vez, recorre-se a Morin (2004) para enfatizar esse imprescindível compromisso da educação com a formação do ser humano completo, integrado, planetário:

Assim, uma das vocações essenciais da educação do futuro será o exame e o estudo da complexidade humana. Conduziria à tomada de conhecimento, por conseguinte, de consciência, da condição comum a todos os humanos e da muito rica e necessária diversidade dos indivíduos, dos povos, das culturas, sobre nosso enraizamento como cidadãos da Terra... (MORIN, 2004, p.61).

Reconhecer isso, no campo dos projetos e serviços de engenharia, significa um desafio ainda maior para o processo de formação desses profissionais e o resultado de seu trabalho.

Finalizando esta revisão, espera-se deixar fundamentado o necessário alinhamento do que se espera da educação com o que se espera da engenharia.

3 ESTUDO DE CASO

Para realizar-se o estudo de caso, foi escolhida uma empresa onde se pudesse evidenciar uma estrutura formal de capacitação de engenheiros. Dessa forma espera-se encontrar as respostas às questões que se colocam para atingir o objetivo deste trabalho.

3.1 A EMPRESA E A FORMAÇÃO DE SEUS ENGENHEIROS

A empresa escolhida, Petrobras, cujas características se descreve a seguir, constituiu uma estrutura organizacional específica para a formação complementar de seus engenheiros, decidindo investir tanto na formação inicial, imediatamente após a admissão, quanto na educação continuada. O histórico dessa estrutura está ligado ao processo de construção da empresa, iniciado na década de 50. Naquela época, a exploração de recursos energéticos ainda era totalmente dependente de tecnologia estrangeira e não havia mão de obra especializada para projetos, operação e manutenção de máquinas e equipamentos. Daí nasceu a vocação da empresa para formar sua própria força de trabalho, em parceria com instituições de ensino e pesquisa. De acordo com Santos (2011), o modelo de formação complementar de engenheiros, que fundamenta o sistema educacional corporativo, teve sua origem em 1957, quando a Petrobras e a Universidade Federal da Bahia firmaram um convênio para a criação do primeiro curso de Engenharia de Petróleo, com o objetivo de atualizar e aperfeiçoar os conhecimentos e habilidades dos novos engenheiros admitidos na empresa.

Ao longo dos anos, manteve-se a necessidade de continuar investindo em educação corporativa, adaptando-se o formato a cada momento e a seu contexto, mas sempre buscando se manter a frente no que diz respeito à capacitação dos seus empregados, e não apenas dos engenheiros, no mesmo patamar das grandes empresas de energia do mundo.

Essa ênfase no desenvolvimento de recursos humanos vem sendo reconhecida mundialmente. Celso Lucchesi, Gerente de Desempenho e Estratégia Corporativa, por exemplo, destaca:

Como a quarta maior empresa de energia e a líder mundial na exploração em águas profundas, a Petrobras mantém há muito tempo uma reputação no recrutamento e seleção de alguns dos melhores geocientistas e engenheiros, entre outros profissionais altamente qualificados. De fato, o sucesso da companhia em

planejamento, gestão, treinamento e retenção de recursos humanos levou a Petrobras a ser considerada *benchmark* global na categoria Desenvolvimento de Recursos Humanos, pelo Índice Dow Jones de Sustentabilidade (DJSI), por quatro anos consecutivos (LUCCHESI, 2010, p. 4).

Além do investimento na formação de seus empregados, a Petrobras tem participado ativamente de programas de qualificação para a indústria de petróleo e gás, em conjunto com outras empresas ou instituições. Três dessas iniciativas de alcance externo, merecem destaque: o PROMINP, o PFRH e o Projeto Profissões do Futuro (PETROBRAS, 2011).

O Programa para a Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP), tem por objetivo atender à demanda de trabalhadores para a expansão do setor de petróleo e gás no Brasil, por intermédio do incentivo à qualificação profissional. Neste programa, com recursos das empresas do setor, por intermédio de provas de seleção, são oferecidos cursos para profissionais de nível médio e superior, bem como cursos de formação inicial de trabalhadores. Esses cursos são ofertados em instituições de ensino públicas e privadas, especialmente selecionadas para esse atendimento. A perspectiva do PROMINP é a qualificação de 207 mil trabalhadores até o final de 2013.

O Programa Petrobras de Formação de Recursos Humanos (PFRH) é realizado em parceria com a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), e seu objetivo é financiar programas de graduação e pós-graduação, por intermédio de bolsas de estudo para os estudantes e investimentos para as instituições e docentes que estejam atuando na formação e em pesquisas voltadas ao setor. Para isso, a Petrobras estabeleceu convênios com 22 instituições de ensino de nível superior e de nível técnico. Os planos de trabalho ofertaram 4.758 bolsas de estudo para alunos de ensino técnico, de graduação, de mestrado e de doutorado.

O projeto Profissões do Futuro tem o objetivo de divulgar entre estudantes de ensino médio e de escolas técnicas as profissões ligadas à indústria de petróleo e gás. Foram desenvolvidas ações de relacionamento, com atividades e palestras nas escolas para apresentar aos estudantes as oportunidades de crescimento profissional e pessoal no setor, buscando atrair os jovens para essas profissões que interessam à indústria.

Em relação ao seu processo interno de educação corporativa, a empresa promoveu uma reestruturação, em 2000, na sua área de treinamento e desenvolvimento, assumindo a estrutura e denominação de Universidade Corporativa. Em 2005, em outra reestruturação, mudou o nome para Universidade Petrobras. Esse movimento de mudança conceitual de treinamento e desenvolvimento para universidade corporativa acompanhou uma tendência identificada em grandes empresas, no Brasil e no mundo (CARDOSO, CARVALHO, 2006;

RAMOS *et al.*, 2008; SILVA, MARTINS, FERREIRA, 2009; OLIVA, ROMAN, MAZZALI, 2010). De forma sintetizada, Ramos *et al.* (2008) apresentam a lógica dessa mudança, que coincide com o que fez a Petrobras:

Parte-se do princípio que as pessoas contribuem para a produção, acumulação e difusão do conhecimento, além de desenvolver novas competências nas organizações. Por meio da Universidade Corporativa, as empresas tentam superar o modelo estático da área de Treinamento e Desenvolvimento, adotando um sistema educacional corporativo (RAMOS *et al.*, 2008, p. 11).

Em 2011, a estrutura da Universidade Petrobras estava organizada de forma semelhante aos departamentos de uma faculdade. Essa divisão, entretanto, estava vinculada às áreas de operação da empresa. Sendo uma empresa de energia, essa departamentalização contemplava as áreas de geração de energia elétrica, processamento de petróleo, exploração e produção de óleo e gás, obras de construção e montagem, além de uma área voltada à gestão e negócios. Cada uma dessas áreas utilizava a denominação de Escola. Além das escolas organizadas por áreas de negócio e uma Escola Técnica para os profissionais de nível médio, existia uma estrutura específica e transversal para o Programa de Formação, para a Área Internacional e Suporte à Gestão. A figura seguinte mostra a estrutura descrita e apresentada, em 2011, pelo Gerente Geral da Universidade Petrobras.



Figura 01 - Estrutura organizacional da Universidade Petrobras
Fonte: Salomão (2011)

Cabe à Universidade Petrobras, além do desenvolvimento de cursos de aperfeiçoamento, dentro da concepção de educação continuada, a responsabilidade de completar a formação dos novos empregados por meio de cursos de longa duração que podem variar de quatro semanas a vários meses, dependendo do cargo que irão ocupar na empresa.

Os cursos mais longos são aqueles voltados aos profissionais que irão atuar na atividade fim da empresa, em especial os engenheiros, em suas diversas especialidades. Esses cursos são denominados internamente por cursos de formação e a sua exigência está estabelecida no edital do concurso público de admissão. Essas características do programa de formação vêm sendo amplamente divulgadas pela empresa e por seus dirigentes em palestras e apresentações públicas ao longo dos últimos anos (BRITO, 2005; MUNDIM, 2009; OLIVEIRA, 2010; SALOMÃO, 2011). Aliás, este programa de formação tem sido reconhecido como uma referência importante na área de educação corporativa. Em 2007, por exemplo, com o trabalho “Porta de Entrada: o Programa de Formação Petrobras”, a empresa recebeu o Prêmio Nacional de Excelência na Educação – Educare; e no ano seguinte, ficou entre os cinco finalistas da premiação anual da revista britânica *The Petroleum Economist*, na categoria “Melhor programa educacional para jovens da indústria de energia” (MUNDIM, 2009). Seu sucesso vem gerando reconhecimento e incentivando pesquisas, estudos de caso e premiações:

O sucesso da Universidade Corporativa da Petrobras que é hoje a quarta empresa de energia de capital aberto do mundo é demonstrado através do prêmio Corporate University Best In Class 2007, sendo reconhecida como uma das melhores Universidades Corporativas do mundo, sendo ainda considerada a melhor no quesito melhor técnica de avaliação e foi agraciada com troféu principal do evento na categoria Melhor Universidade Corporativa (SILVA, MARTINS e FERREIRA, 2009).

Os cursos de formação atingem um contingente significativo dos novos empregados da Petrobras, e no caso dos engenheiros, em suas diversas modalidades, todos passam obrigatoriamente por este processo de formação. A figura a seguir ilustra a evolução da participação de novos empregados nos referidos cursos.

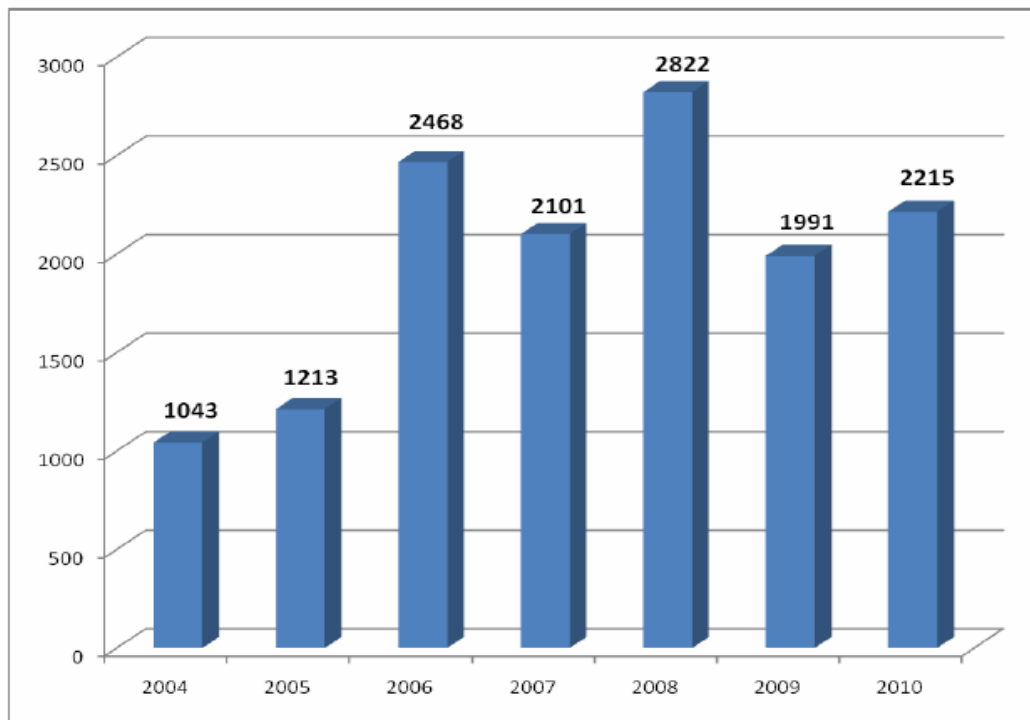


Figura 02 - Evolução da participação de empregados da Petrobras nos cursos de formação.

Fonte: Salomão (2011)

Em muitos casos, a carga horária do programa de formação supera a de uma pós-graduação *lato sensu*. Aliás, três dos seus cursos subsidiaram o credenciamento especial, pelo Conselho Nacional de Educação, do Sistema Educacional Corporativo da Petrobras, para oferta de cursos de especialização, em nível de pós-graduação *lato sensu*, com denominação e carga horária conforme o quadro abaixo (BRASIL, 2008):

Curso de especialização, em regime presencial	Mantenedora	Carga horária
Engenharia de Petróleo e Gás Natural	Petróleo Brasileiro S.A.	840 horas
Geofísica do Petróleo e Gás Natural	Petróleo Brasileiro S.A.	600 horas
Processamento de Petróleo e Gás Natural	Petróleo Brasileiro S.A.	480 horas

Quadro 04 - Cursos do Sistema Educacional Corporativo da Petrobras.

Fonte: Parecer CNE/CES 208/2008. Ministério da Educação. Brasil (2008)

De acordo com o parecer, a carga horária desses cursos, as disciplinas e suas ementas, o corpo docente, a forma de ingresso e avaliação, as visitas técnicas, estágio e demais atividades, foram descritas nos respectivos Projetos Pedagógicos. O corpo docente é formado na totalidade por mestres e doutores, que apresentam “ampla experiência profissional não acadêmica dentro da própria empresa e experiência acadêmica de ensino em magistério superior em cursos de especialização na Petrobras” (BRASIL, 2008, p. 3). Além das

disciplinas constantes dos Projetos Pedagógicos, há outras que são ofertadas aos alunos-empregados, dependendo do perfil desejado para as diferentes turmas. Para essas disciplinas, outros docentes são recrutados nas unidades da Petrobras. A composição do corpo docente apresentada para o credenciamento especial do Sistema Educacional Corporativo da Petrobras, está transcrito na figura abaixo.

<i>Qualificação</i>		
<i>Titulação</i>	<i>Área do Conhecimento</i>	<i>Totais</i>
<i>Doutor</i>	<i>Tecn. Proces. Químicos e Bioquímicos (2); Eng. Químico (1); Geofísica (2); Geologia (3) Planej. Energ. Ambiental (1)</i>	9
<i>Mestre</i>	<i>Eng. Química (5); Tecn. Proces. Químicos e Bioquímicos (1); Geofísica (6); Geologia (3); Geoquímica (2); Ciências (1); Engenharia do Petróleo (8) Físico-Química (1) Eng. Sanit. Ambiental (1).</i>	27
<i>Total p/ 3 cursos</i>		36

Figura 03 - Qualificação do corpo docente do Sistema Educacional Corporativo da Petrobras
Fonte: Parecer CNE/CES 208/2008. BRASIL (2008)

De certa forma, embora não esteja declarada, de forma explícita, a carga horária elevada de seus principais cursos de formação, demonstra que a empresa considera insuficiente a formação acadêmica dos seus novos empregados para os desafios do seu negócio. Mesmo diante do fato de o processo seletivo ser feito por meio de um concurso público coordenado por sua área de recursos humanos e com elevado nível de seleção, principalmente por causa da disputada relação candidato-vaga.

3.2 ASPECTOS DE SAÚDE E SEGURANÇA NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

Perseguindo as respostas às questões formuladas no capítulo 1, procurou-se focalizar alguns aspectos específicos para uma das modalidades de engenharia, desde o processo de seleção, passando pelo Programa de Formação até a educação continuada. Escolheu-se o cargo de engenheiro de petróleo, por estar diretamente ligado à atividade fim da empresa e

atuar em áreas críticas sob o aspecto da segurança dos trabalhadores e das instalações, da saúde dos trabalhadores e das comunidades, e dos impactos ao meio ambiente.

Para a análise desse processo de educação corporativa, será feita uma abordagem comparativa com os requisitos nacionais e internacionais de formação de engenheiros. Os requisitos que se pretende comparar não são aqueles relacionados às competências técnicas específicas, mas àqueles relacionados à atuação em um ambiente sociotécnico, conforme mencionado na introdução deste trabalho e na revisão da literatura. Para facilitar a compreensão dessa análise, reproduz-se a seguir, quais são os conceitos e seus significados, resumindo o quadro analítico apresentado no final do capítulo 2.

CONCEITO	RESUMO
HUMANISMO	Compreender o impacto das soluções de engenharia em um contexto global, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais e reconhecendo suas obrigações com a sociedade.
SUSTENTABILIDADE	Desempenhar as atividades de engenharia, dentro de restrições realistas, com base nos preceitos do desenvolvimento sustentável na intervenção sobre os ambientes natural e construído.
RESPONSABILIDADE	Cumprir de forma responsável e ética os compromissos profissionais, assegurando os resultados propostos, a qualidade dos serviços e produtos e observando a segurança nos seus procedimentos.

Quadro 05 - Conceitos relacionados aos requisitos de atuação de engenheiros

Fonte: Elaborado pelo autor

Da leitura atenta desse quadro, percebe-se que dos três conceitos fundamentais da atuação do engenheiro no ambiente sociotécnico, responsabilidade é o que se apresenta de forma mais claramente ligada à segurança das pessoas e dos processos. Também está diretamente ligada ao exercício ético da profissão, pois essa responsabilidade exige a compreensão das restrições de sua atuação e de seus projetos, em virtude do compromisso com a incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores. Os outros conceitos, sustentabilidade e humanismo, também serão considerados, buscando identificar se a empresa consegue atender a essa expectativa da sociedade quanto à formação dos seus engenheiros. Alguns itens fundamentais para assegurar esse conceito, foram identificados, com o respaldo da revisão da literatura. Repete-se aqui a descrição desse conceito de Responsabilidade, conforme foi construída neste estudo:

Responsabilidade: O exercício responsável e ético da engenharia exige a avaliação crítica dos sistemas, desde o projeto até a operação e manutenção, visando à garantia da incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores. Para isso, deve-se considerar as restrições de saúde e segurança, atendendo aos requisitos legais e normativos e aplicando soluções inovadoras e seguras, mediante identificação de perigos e avaliação de riscos.

Foi com base nessa descrição, que se buscou analisar a formação e educação continuada dos engenheiros de petróleo, dentro do sistema educacional corporativo.

3.3 O PROCESSO SELETIVO PÚBLICO

O acesso ao cargo de engenheiro de petróleo ocorre através de processos seletivos públicos, coordenados pela área de recursos humanos da empresa, ofertando vagas para profissionais em nível júnior, isto é, sem requisitos relacionados à experiência profissional.

Nos editais dos processos seletivos, são apresentados os requisitos, exemplos de atribuições e remuneração de cada cargo. Para o cargo de Engenheiro de Petróleo Junior, essas informações estão transcritas a seguir, conforme o edital do processo seletivo público realizado em 2010, utilizado como referência objetiva (PETROBRAS, 2010).

CARGO: ENGENHEIRO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR

REQUISITOS: certificado de conclusão ou diploma, devidamente registrado, de curso de graduação de nível superior, bacharelado, em Engenharia, reconhecido pelo Ministério da Educação, Secretarias ou Conselhos Estaduais de Educação. Registro no respectivo Conselho de Classe.

EXEMPLO DE ATRIBUIÇÕES: acompanhar, participar e executar os trabalhos de perfuração, completação e manutenção de poços, os cálculos das reservas de óleo e gás e estudos integrados de reservatórios, bem como participar do processo de certificação de reservas.

REMUNERAÇÃO: salário básico de R\$ 4.117,07 com garantia de remuneração mínima de R\$ 6.217,19.

Percebe-se, não só pela categorização de profissional júnior, mas pela análise dos requisitos, que a única exigência da empresa é a conformidade legal da graduação em engenharia, não se requerendo experiência ou mesmo a graduação ou pós graduação em engenharia de petróleo, oferecidas por várias instituições de ensino brasileiras. Quanto às atribuições, elas são apresentadas como exemplos e de forma bastante ampla. Adotando-se uma visão geral do assunto, fica claro que o diferencial esperado é um forte embasamento teórico e acadêmico, capaz de selecionar os melhores alunos, atraídos pela imagem e

reputação da empresa. A formação específica será totalmente direcionada pela empresa, opção que faz parte da sua estratégia de atuar na liderança do setor.

No mesmo edital também constam as regras do Programa de Formação dos novos empregados, que tem caráter eliminatório, ou seja, se o candidato aprovado no processo seletivo público não tiver sucesso no curso, ele será desligado da empresa. Reproduzem-se a seguir, as informações sobre o programa divulgadas no edital, destacando-se que não há diferenças quanto a essas regras para os diferentes cargos de nível superior.

15.1 - Os(As) candidatos(as) que vierem a ser admitidos(as) ou readmitidos(as) nos cargos de Administrador(a) Júnior, Auditor(a) Júnior, Contador(a) Júnior, Engenheiro(a) de Equipamentos Júnior - Elétrica, Engenheiro(a) de Equipamentos Júnior - Eletrônica, Engenheiro(a) de Equipamentos Júnior - Inspeção, Engenheiro(a) de Equipamentos Júnior - Mecânica, Engenheiro(a) de Equipamentos Júnior - Terminais e Dutos, Engenheiro(a) de Meio Ambiente Júnior, **Engenheiro(a) de Petróleo Júnior**, Engenheiro(a) de Produção Júnior, Engenheiro(a) de Processamento Júnior, Engenheiro(a) de Segurança Júnior, Engenheiro(a) Naval Júnior, Geofísico(a) Júnior - Física, Geofísico(a) Júnior - Geologia, Geólogo(a) Júnior, Químico(a) de Petróleo Júnior e Técnico(a) de Operação Júnior **participarão de Programa de Formação de Empregados, realizado após a admissão ou readmissão, no cargo objeto do processo seletivo, de caráter obrigatório, conforme normas internas.** O local de realização do referido curso será informado na fase de admissão ou readmissão.

15.2 - No plano de desenvolvimento do curso, a ser entregue no início do referido programa, constarão todas as informações sobre os conteúdos programáticos das disciplinas, carga horária, esquema de avaliação de desempenho e regime disciplinar, entre outras.

15.3 - **Os(As) participantes do Programa de Formação de Empregados terão regime de dedicação integral, sendo obrigatória a frequência às aulas e demais atividades descritas no plano de desenvolvimento do Curso.**

15.4 - A admissão ou a readmissão do(a) candidato(a), como empregado(a) da Petrobras, para participar do Programa de Formação de Empregados será obrigatoriamente precedida da assinatura do Termo de Compromisso e Responsabilidade com a Petrobras, que prevê o ressarcimento dos custos, no caso de pedidos de demissão por interesse do(a) empregado(a) durante o curso e até dois anos após a conclusão deste.

15.5 - **Serão excluídos(as) do Programa de Formação de Empregados e desligados(as) da Companhia os(as) empregados(as) que não obtiverem as notas definidas no plano de desenvolvimento do curso ou, ainda, infringirem as normas da Petrobras.**

15.6 - **O(A) participante admitido(a) por ter sido aprovado(a) neste Processo Seletivo Público que for desligado(a) do Programa de Formação de Empregados, qualquer que seja o motivo, terá, conseqüentemente, seu Contrato Individual de Trabalho rescindido, aplicando-se, em cada caso, o disposto na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) (PETROBRAS, 2010, grifos nossos).**

Ainda na análise do edital, encontram-se os conteúdos programáticos, divididos em conhecimentos básicos e específicos, para cada cargo. No caso de cargos de nível superior, os únicos conhecimentos básicos exigidos são de Língua Portuguesa e Língua Inglesa. Os

conhecimentos específicos para o cargo de engenheiro de petróleo, estão reproduzidos a seguir.

ENGENHEIRO(A) DE PETRÓLEO JÚNIOR

Álgebra Linear, Cálculo diferencial e integral, Física básica. Movimento de uma partícula. Quantidade de movimento e força. Impulso e trabalho, Mecânica dos fluidos. Propriedades dos fluidos. Análise dimensional e transformação de unidades. Hidrostática. Equilíbrio de corpos imersos e flutuantes. Conservação de massa, quantidade de movimento e energia, Resistência dos materiais. Tração e compressão. Análise das tensões e deformações. Força cortante e momento fletor. Cálculo vetorial e matricial. Análise combinatória. Progressões, Geometria plana. Geometria espacial. Geometria analítica. Estática dos corpos rígidos. Teoria ondulatória. Acústica. Ótica. Eletricidade. Eletromagnetismo, Momento de inércia das figuras planas. Teoria da elasticidade, Termodinâmica. Propriedades de uma substância Pura. Trabalho e calor. Primeira e segunda leis da Termodinâmica. Gases perfeitos. Misturas e soluções ideais. Transferência de calor e massa. Condução de calor em regime permanente. Fundamentos de convecção e radiação. Transferência de massa. Lógica. Conjuntos. Relações. Funções. Logaritmos. Trigonometria. Probabilidade. Estatística descritiva. Matemática financeira. Fundamentos de geologia de petróleo, prospecção de petróleo, perfuração de poços, avaliação das formações, completação de poços, reservatórios de petróleo, elevação de petróleo e processamento primário de petróleo. Química básica. Estequiometria. Soluções. Funções inorgânicas (sais, ácidos, bases e óxidos). Equilíbrio químico. Eletroquímica. Química orgânica (PETROBRAS, 2010).

Da leitura desses conhecimentos básicos e específicos, constata-se que nenhuma das competências vinculadas ao caráter humanista, sustentável e responsável são objeto do processo seletivo. Muito embora, como se teve a oportunidade de conhecer e analisar na revisão da literatura, essas competências sejam transversais e integrem as diretrizes curriculares nacionais de formação dos engenheiros.

O processo seletivo público, objeto do edital analisado, teve 7.814 candidatos inscritos para o cargo de engenheiro de petróleo júnior. A oferta inicial era de 17 vagas, em âmbito nacional, e até o final de 2011, foram convocados para admissão 170 desses candidatos aprovados e classificados (PETROBRAS, 2011).

Com o mesmo objetivo de se encontrar a verificação dessas competências, foram analisadas as questões da prova do concurso público vinculada a este edital. Muito embora não estivessem no conteúdo programático, elas poderiam estar presentes nas questões de forma transversal. A prova foi composta por 70 questões objetivas (múltipla escolha), sendo 10 de língua Portuguesa, 10 de língua Inglesa e 50 de conhecimentos específicos (CESGRANRIO, 2010). Em nenhuma das questões de conhecimentos específicos, foram mencionados aspectos relacionados aos riscos do processo, sob o aspecto de saúde ou segurança dos trabalhadores ou da comunidade, nem mesmo quanto a aspectos ambientais. Por outro lado, para os conhecimentos de língua inglesa, o texto de referência para as 10

questões, foi sobre o vazamento de óleo decorrente do descontrole do poço, seguido de explosão (blow out), que causou a morte de 11 trabalhadores em uma plataforma marítima da BP, em Macondo, no Golfo do México. O texto, intitulado “*Experts try to Gauge Health Effects of Gulf Oil Spill*”¹¹, extraído de uma publicação especializada (*Health Day News*), aborda os possíveis danos a saúde daqueles que estavam envolvidos com os serviços de limpeza do óleo derramado. Em um dos trechos, o texto deixa explícita a razão da preocupação com a exposição de trabalhadores e voluntários no processo de limpeza:

O petróleo traz perigos que são inerentes a ele. Eu diria que as pessoas sob maior risco são aquelas que estão trabalhando na região agora.” acrescentou o Dr. Jeff Kalina, diretor médico do departamento de emergência no Hospital Metodista, em Houston. “Se o petróleo chegar aos pulmões, ele pode causar uma série de danos aos pulmões incluindo pneumonia ou inflamação dos pulmões” (tradução nossa)¹²

Muito embora seja interessante encontrar este texto na prova, as questões foram direcionadas exclusivamente para a interpretação do texto, obviamente por tratar-se de aferir conhecimentos da língua inglesa e não sobre o assunto específico. Conclui-se que a inserção desse assunto na prova de língua inglesa foi uma coincidência, pelo fato de o vazamento ter sido um evento de grande repercussão mundial no ano da realização da prova, não se caracterizando uma intenção de mobilizar, desenvolver ou aferir conhecimentos adicionais ou transversais, além daquele específico da fluência de leitura e interpretação do idioma.

É importante registrar que as provas são elaboradas por uma instituição contratada com o objetivo específico de executar o processo seletivo público, neste caso a Fundação Cesgranrio. As questões são formuladas por uma banca independente e de forma sigilosa, portanto, a ausência da abordagem dos riscos do processo, seja de forma direta ou transversal, também se verifica na forma de pensar da própria banca de professores da fundação, que perde a oportunidade de apresentar o tema na elaboração das questões.

Seja por não se considerar relevante neste processo inicial de seleção, ou por serem temas que virão a ser objeto do programa de formação, o que se verifica é que a comprovação de atendimento às competências transversais obrigatórias, que aqui resumimos como humanismo, sustentabilidade e responsabilidade, não está incluída nesta etapa do processo. A

¹¹Especialistas tentam medir os efeitos à saúde do vazamento de óleo no Golfo (tradução nossa).

¹² “*Petroleum has inherent hazards and I would say the people at greatest risk are the ones actively working in the region right now,*” added Dr. Jeff Kalina, associate medical director of the emergency department at The Methodist Hospital in Houston. “*If petroleum gets into the lungs, it can cause quite a bit of damage to the lungs [including] pneumonitis, or inflammation of the lungs.*”

omissão é preocupante, uma vez que não sinaliza aos candidatos a importância desses assuntos em um processo seletivo tão abrangente.

Mais uma vez, fica evidenciado que toda a responsabilidade por enfatizar a importância dessas competências e até mesmo avançar no seu desenvolvimento fica por conta da política de formação de recursos humanos, seja na etapa inicial de formação dos novos engenheiros ou na educação continuada.

3.4 OS CURSOS DE FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS E A EDUCAÇÃO CONTINUADA

Os cursos de formação de engenheiros visam complementar a habilitação desses profissionais, com as técnicas e disciplinas inerentes à atividade da empresa. Entre os objetivos desses cursos, declarados pelos dirigentes da Universidade corporativa, estão:

Estimular o desenvolvimento da postura de empreendedor no exercício das funções técnicas e/ou executivas, visando à inovação e a formação de uma cultura de resultados.
 Desenvolver a capacidade crítica para a análise, acompanhamento e aprimoramento dos processos, das metodologias e instrumentos de gestão.
 Ampliar o potencial profissional e agregar valor ao desempenho dos participantes.
 Desenvolver habilidades de liderança, trabalho em equipe e subsidiar o processo de autodesenvolvimento. (BRITO, 2005)

Em um momento mais recente, ao tratar da concepção da Universidade Petrobras, diante dos desafios estratégicos da empresa, Salomão (2011, p. 31) pontua, mantendo-se os destaques sublinhados originais:

- A Universidade PETROBRAS é um sistema educacional, no qual os processos são vinculados às estratégias de negócio da Companhia.
- É papel da Universidade contextualizar a união das ciências naturais com as ciências sociais e humanas dentro da cultura PETROBRAS, como empresa integrada de energia.
- É papel da Universidade fomentar continuamente a evolução cultural da Companhia
- Cabe à Universidade estimular o desenvolvimento da consciência crítica e democratizar o acesso ao conhecimento junto aos seus diversos públicos de interesse.
- É atribuição da Universidade criar as condições organizacionais para viabilizar o desenvolvimento das pessoas como diferencial da Companhia.

Esta fala do Gerente Geral da Universidade Petrobras, em 2011, ao discorrer sobre o seu sistema educacional corporativo, deixa explícita a importância de vincular os objetivos e métodos da Universidade com a missão da empresa de atuar de forma segura e rentável, com responsabilidade social e ambiental. Isso fica claro quando ele atribui à empresa o papel de “contextualizar a união das ciências naturais com as ciências sociais e humanas”, de fomentar a evolução cultural e de desenvolver a consciência crítica. Dessa forma, a universidade corporativa assume um papel estratégico muito mais amplo do que complementar a formação técnica dos seus engenheiros.

Para garantir a inserção dos conteúdos relacionados à segurança e saúde dos trabalhadores, bem como à proteção do meio ambiente, nos Programas de Formação dos novos engenheiros de petróleo, a Universidade Petrobras mantém em sua estrutura organizacional, um grupo de especialistas sob uma coordenação de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS), para o desenvolvimento de soluções educacionais sobre o tema (TRINDADE; QUEIROZ JR., 2010). Em todos os cursos do Programa de Formação, há um módulo comum e introdutório ao assunto, de 24 horas-aula, denominado Fundamentos de Gestão de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS). Trindade e Queiroz Jr. (2010, p.3), estão entre os responsáveis por este módulo e elencam os assuntos abordados:

- Segurança em eletricidade.
- Investigação de acidentes.
- Análise de Riscos.
- Biodiversidade.
- Recursos hídricos.
- Efluentes industriais.
- Tratamento de resíduos.
- Sistemas de Gestão.
- Licenciamento ambiental.
- Auditoria ambiental.
- Emergência / Contingência.
- Ergonomia.
- Higiene ocupacional.
- Toxicologia.

Os principais objetivos desse módulo são:

- Levar os participantes a refletirem criticamente sobre o estado atual dos recursos naturais e do meio ambiente.
- Levar os participantes a perceberem a necessidade de uma transição para uma sociedade sustentável.
- Introduzir os participantes no conhecimento relacionado à segurança, meio ambiente e saúde.

- Apresentar técnicas e métodos relacionados à segurança e saúde ocupacional (TRINDADE; QUEIROZ JR., 2010, p. 3).

Essa sistemática de inserção dos temas de segurança, meio ambiente e saúde na educação inicial dos novos engenheiros de petróleo vem sendo muito bem aceita, chegando a ser objeto de um artigo selecionado para publicação, em 2010, nos anais da *International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production*, da SPE – *Society of Petroleum Engineers*.

O mesmo módulo acima referido é ofertado no formato de educação continuada com cerca de 15 turmas por ano.

No caso da educação continuada, Santos (2011), que também é engenheiro de petróleo e professor da Universidade Petrobras, ao apresentar o Sistema Educacional de Engenharia de Petróleo da Petrobras, realçou que entre os temas mais relevantes da educação continuada, sob a responsabilidade da Universidade Petrobras, está o Programa de Treinamento e Certificação em Controle de Poços. O programa teve início em 1993 e desde então já certificou quase 7.000 profissionais. Uma importante e relevante relação entre o programa e a redução de acidentes é apresentada por ele e reproduzida na figura abaixo.

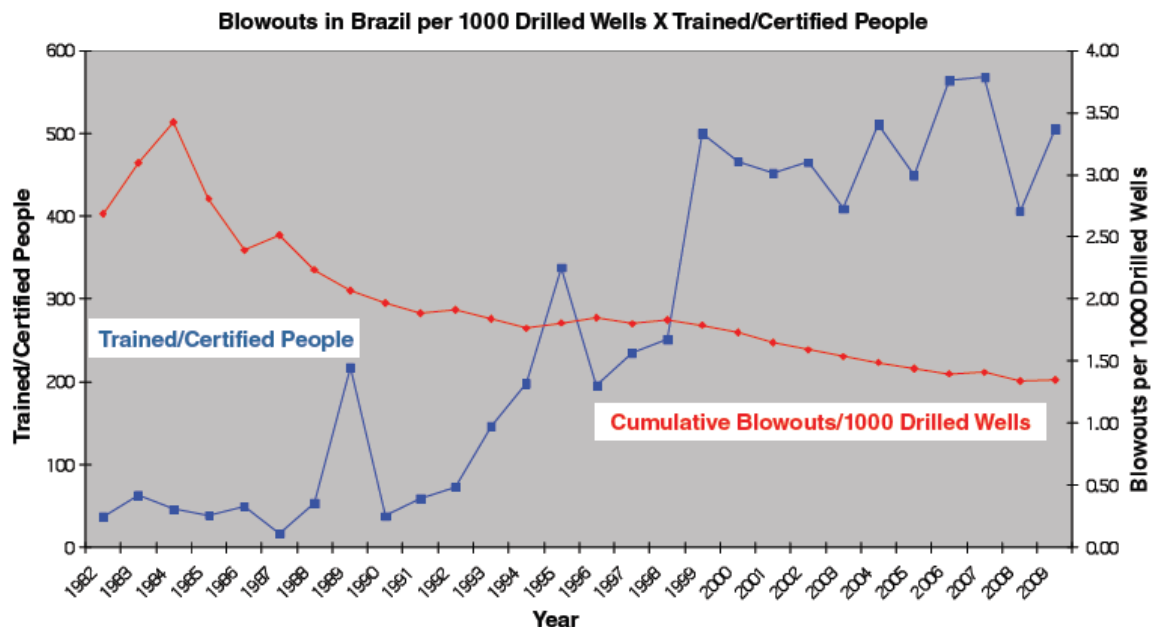


Figura 04 - Quantidade acumulada de *blowouts* em operações de perfuração, por 1.000 poços perfurados
Fonte: Santos (2011)

A figura demonstra o resultado do investimento em treinamento, pois de 1982 a 2009, o número de *blowouts* por 1.000 poços perfurados reduziu a metade enquanto o número de pessoas treinadas foi multiplicado por 10. A importância desse programa é incontestável, bem como a atualidade do tema. De um lado por representar um dos riscos mais graves e intoleráveis na indústria do petróleo, a explosão decorrente do descontrole do poço (*blowout*), a partir da ignição de uma nuvem de vapor inflamável; de outro pela repercussão enorme do acidente ocorrido em 2010, em uma plataforma marítima da BP, no Golfo do México, com 11 trabalhadores mortos e um vazamento de óleo no mar de grande dimensão.

A análise dos documentos públicos da empresa também evidencia que ela considera a sua universidade corporativa como um dos mais importantes instrumentos para alavancar a cultura de segurança, como neste exemplo extraído do Relatório de Sustentabilidade:

Para promover a capacitação e o engajamento de nossos profissionais nos temas relacionados à saúde e segurança, oferecemos, a todos os empregados do Sistema, cursos na Universidade Petrobras que abrangem essas questões (PETROBRAS, 2011, p. 129).

Alguns desses cursos são elencados no mesmo relatório:

Cursos na Universidade Petrobras: Fundamentos da gestão em segurança, meio ambiente e saúde (SMS); Estação SMS; Saúde do trabalhador; Promoção da saúde: Alimentação saudável e atividade física; Promoção da saúde: Abordagem e tratamento do fumante; Saúde mental e trabalho; Técnicas de avaliação em higiene ocupacional; Higiene ocupacional para resultados; Programa de prevenção à exposição ocupacional ao benzeno; Biossegurança; Capacitação em análise de acidentes, incidentes e desvios; Capacitação aos comitês de ergonomia; Ergonomia para profissionais de projeto; Fundamentos da psicodinâmica do trabalho; Confiabilidade humana; Química, hidrocarbonetos e meio ambiente; Básico de Análise de riscos industriais qualitativa; Técnicas de análise quantitativa de riscos industriais; e Qualificação em SMS para empregados de empresas prestadoras de serviços (PETROBRAS, 2011, p. 131).

Registre-se que esses cursos não são direcionados especificamente para os engenheiros de petróleo, mas para o conjunto dos empregados da empresa, de acordo com a sua atividade. Até porque, o processo de educação continuada está inserido em um compromisso maior da companhia, assumido em caráter público, pela Diretoria Executiva, por meio de sua Política de Segurança, Meio Ambiente e Saúde - SMS, que se desdobra em um conjunto de 15 Diretrizes Corporativas. Uma dessas diretrizes é dedicada ao tema Capacitação, Educação e Conscientização, estabelecendo que esses três elementos devem ser continuamente promovidos de modo a reforçar o comprometimento da força de trabalho com o desempenho em segurança, meio ambiente e saúde.

A Universidade Petrobras também realiza parcerias com instituições de ensino, visando ampliar o leque de opções e garantir a troca de experiência e o convívio com o ambiente acadêmico, tendo realizado várias ações nesse sentido para cursos de pós-graduação, tanto de especialização *lato sensu*, quanto *stricto sensu* (mestrado e doutorado) (QUEIROZ JÚNIOR, 2004; CARDOSO, CARVALHO, 2006).

Embora o objetivo deste estudo esteja direcionado à formação dos engenheiros, é importante registrar a forma como se trata desse assunto no que diz respeito à formação de recursos humanos de uma forma geral. O compromisso com a sustentabilidade é matéria fundamental para a área de Recursos Humanos, principalmente por causa dos acordos formais assumidos pela empresa, em âmbito nacional e internacional, conforme se pode observar nessas informações divulgadas no Relatório Anual de Recursos Humanos:

Atuando para o desenvolvimento econômico e social do país, o RH fomentou a formação de recursos humanos a longo prazo e conduziu suas atividades alinhadas ao desenvolvimento sustentável, fortalecendo a cultura de responsabilidade social e ambiental nos seus empregados (PETROBRAS, 2011, p.11).

Essa ênfase, dada por intermédio da Universidade Petrobras, se estende dos empregados em geral até aos líderes:

Em 2010, a Petrobras entregou oficialmente à Organização das Nações Unidas (ONU) a metodologia de formação de líderes globalmente responsáveis, desenvolvida pelo RH, por meio da Universidade Petrobras. O modelo desenvolvido poderá agora ser disseminado pelos organismos vinculados ao Pacto Global da ONU, como a European Foundation for Management Development (EFMD), que congrega mais de 500 escolas de negócio em todo o mundo. Com mais de 8.000 signatários em aproximadamente 135 países, o Pacto Global é a maior iniciativa de responsabilidade corporativa do mundo (PETROBRAS, 2011, p.11).

Entre os três pilares da atuação dos engenheiros em um ambiente sociotécnico (humanismo, sustentabilidade e responsabilidade), o da sustentabilidade é o que está mais consolidado. Isso pode ser observado tanto nos documentos quanto na fala dos profissionais. Bons exemplos disso são os depoimentos de dois engenheiros de nível sênior, empregados da Petrobras, sobre a carreira de engenharia na empresa. Em um vídeo disponível no portal da Petrobras, na internet, cada um deles discorre sobre o trabalho dos engenheiros e ambos dão ênfase à questão ambiental. Um deles, Mario Yuji, engenheiro de petróleo sênior, assim declara: “A atividade do engenheiro é buscar soluções que viabilizem a produção, reduzindo o investimento, reduzindo o risco, porque é uma atividade de risco, e que sejam ambientalmente responsáveis” (YUJI, 2011). Outro engenheiro químico, Eduardo Falabella, trabalha com

pesquisas sobre biocombustíveis de segunda geração e diz: “minha atividade me dá a oportunidade de ajudar a Petrobras a fazer o que eu acho sublime, desenvolver-se sustentavelmente” (FALABELLA, 2011). Em ambos os casos, a fala evidencia o vínculo entre a atividade dos engenheiros e o compromisso com a sustentabilidade. Assim como a própria escolha dos referidos depoimentos.

Em resumo, os temas relacionados à segurança de pessoas e processos, objeto principal deste trabalho, ainda são tratados, na maior parte dos documentos, na forma de oferta específica de cursos, sem demonstrar a visão de integração transversal de conhecimentos. Por outro lado, os temas vinculados à sustentabilidade, surgem de forma mais espontânea, talvez por este requisito estar expresso de forma explícita no Plano Estratégico da empresa.

Mesmo assim, segurança e prevenção de acidentes, também estão entre os temas escolhidos como prioritários para a empresa. A partir do cruzamento das percepções dos principais públicos de interesse, dez temas foram elencados como mais estratégicos, conforme a figura abaixo, denominada matriz de materialidade, cuja construção está descrita no Relatório de Sustentabilidade da Petrobras (PETROBRAS, 2011):

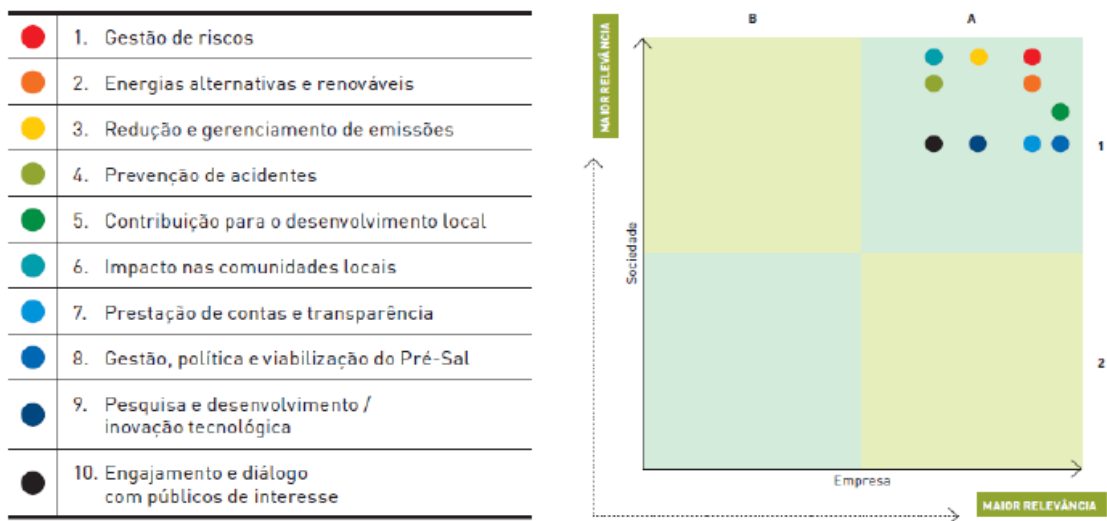


Figura 05 - Matriz de materialidade: temas prioritários e estratégicos
Fonte: Petrobras (2011)

O tema Gestão de Riscos é abrangente e contempla todos os tipos de risco, entre eles os riscos operacionais, onde se enquadram aqueles relacionados a pessoas e instalações. Esse tema está descrito da seguinte forma, no referido relatório:

A Petrobras busca avaliar os impactos causados pelas suas atividades, independentemente da natureza do risco. Para tanto, faz o monitoramento dos riscos de mercado e dos **riscos operacionais** e gerencia o risco das obrigações assumidas com terceiros (riscos de crédito), de exposição negativa da marca (riscos de reputação), de **impactos ao meio ambiente** (riscos ambientais), de impactos à produção causados por fenômenos físicos naturais (riscos físicos) e dos riscos regulatórios (PETROBRAS, 2011, p. 10-11, grifos nossos).

O tema Prevenção de Acidentes dispensaria detalhamentos, pois seu nome já revela o seu significado. De qualquer forma, também está descrito no mesmo relatório, com exemplos relacionados à atuação no setor de produção:

A Petrobras realiza análise de risco nos projetos de perfuração de poços marítimos e utiliza equipamentos – tanto no Pré-Sal como em outros campos da costa brasileira – que atendam às mais modernas práticas de segurança da indústria. Todas as unidades marítimas de perfuração que trabalham para a companhia são equipadas com sistemas de detecção, que possibilitam o fechamento imediato e automático de poços em casos de emergência (PETROBRAS, 2011, p. 11).

Mais uma vez o controle de poços aparece em destaque quando se trata de mencionar aspectos de prevenção de acidentes, e é natural que assim o seja, pois como já foi explicado anteriormente neste trabalho, o descontrole do poço pode levar à ignição de uma nuvem de vapor inflamável, gerando uma explosão (*blowout*) que, dependendo da dimensão, pode ser classificado como acidente industrial ampliado, com danos a pessoas, instalações e meio ambiente.

Além de estarem inseridos no tema Gestão de Riscos, os aspectos ambientais também estão incluídos nos temas relacionados a energias renováveis e redução de emissões, segundo e terceiro colocados entre os temas prioritários, conforme figura acima.

Em relação ao compromisso de atuar junto a outras partes interessadas, na capacitação sobre esses assuntos, além dos seus empregados, pode-se observar essa prática tanto no PFRH quanto no PROMINP. No primeiro, tanto Saúde quanto Segurança Industrial, são áreas de conhecimento elencadas para projetos de nível superior. No segundo, há inúmeros cursos, inclusive de pós-graduação, diretamente voltados a esses assuntos, seja de forma separada ou de forma integrada, como SMS.

3.5 DISCUSSÃO SOBRE O ESTUDO DE CASO

Da análise dos documentos públicos, estudos e declarações, ficou evidenciado que os requisitos de atuação sociotécnica dos engenheiros, conceituados neste trabalho como humanismo, sustentabilidade e responsabilidade, estão contidos nas ações de educação corporativa, no formato de oferta de cursos específicos, tanto em módulos do Programa de Formação quanto nos cursos de educação continuada. Entretanto, não se encontrou evidências ou referências quanto a uma abordagem transdisciplinar no processo de formação, permitindo a dúvida se esse assunto está sendo objeto de um tratamento à parte das competências técnicas e de gestão, de tal forma que possa comprometer o envolvimento dos engenheiros de petróleo desde a etapa de projeto, passando pela execução, operação e manutenção das instalações.

É evidente a ênfase que a empresa dá ao binômio saúde e segurança, contemplando esses aspectos em todos os seus documentos oficiais, desde o plano estratégico, passando pelos relatórios anuais de recursos humanos e de sustentabilidade. Seus empregados e dirigentes demonstram, por intermédio de artigos, apresentações, trabalhos técnicos, a importância e relevância do assunto.

Em relação à formação dos engenheiros de petróleo, no âmbito da Universidade Petrobras, identificou-se uma estrutura formalmente constituída por especialistas para formular soluções educacionais nas áreas de segurança, meio ambiente e saúde. E quanto ao Programa de Formação de Engenheiros, há um módulo no curso, com carga horária de 24 horas-aula, voltado aos requisitos de saúde e segurança, de forma integrada com os aspectos de gestão ambiental. Embora não direcionados unicamente aos engenheiros de petróleo, há uma cartela de cursos que contemplam vários aspectos de saúde, tais como ergonomia, alimentação saudável, tabagismo, e de segurança, como análise de acidentes, higiene ocupacional, confiabilidade humana, análise de riscos, entre outros.

A educação, para a prevenção, é tema de uma das diretrizes corporativas da empresa, onde se desdobra, em relação a essa área, a política de segurança, meio ambiente e saúde (SMS). Como a maioria das unidades da empresa é certificada pelas normas de sistemas de gestão, e suas diretrizes também são objeto de um processo interno de avaliação da gestão, o cumprimento desses requisitos de capacitação é avaliado e auditado regularmente.

Todas essas evidências, entretanto, não são suficientes para responder sobre a amplitude da inserção dos conhecimentos sobre segurança e saúde, na formação dos

engenheiros de petróleo. Afinal, além do módulo de gestão de SMS e dos cursos de controle de poços, não se verificou de forma explícita outras ações específicas que sejam voltadas para a educação em prevenção de acidentes e doenças. Em relação ao tema da sustentabilidade, verificou-se na fala e nos documentos que a sua presença é mais consistente. A identificação da área de conhecimento dos mestres e doutores que integram o corpo docente, apresentada neste capítulo, na página 104, ilustra a ausência de especialistas em segurança industrial, embora haja um mestre e um doutor na área ambiental.

Muitos dos cursos de educação continuada e as parcerias realizadas com instituições de ensino acabam sendo atendidos por profissionais da área de SMS, ou seja, servem para o aperfeiçoamento técnico dos especialistas, e não para o desenvolvimento daqueles que atuam diretamente com a responsabilidade de projetos, operação ou manutenção das unidades de exploração e produção de petróleo e gás. É claro que há inúmeros treinamentos relacionados a exigências legais e normativas e esses são cumpridos integralmente. É o caso daqueles exigidos pelo Ministério do Trabalho, ANP, Organização Marítima Internacional (IMO) e sociedades classificadoras, para mencionar alguns exemplos. Porém, na maioria das vezes, essas exigências são direcionadas a cargos operacionais e não aos engenheiros; além disso, costumam tratar de ações de emergência e não de prevenção¹³.

Essa possível lacuna, já se mostra presente no próprio processo seletivo, uma vez que as competências relacionadas aos conhecimentos não específicos e vinculadas aos conceitos do humanismo, da sustentabilidade e da responsabilidade, não são objeto de verificação, uma vez que não constam do conteúdo programático estabelecido para as provas. Identificou-se que essa verificação não ocorre sequer de forma transversal em alguma questão das provas de seleção.

Fazendo um balanço de todos esses elementos analisados, conclui-se que a Universidade Petrobras cumpre o papel de fomentar e disseminar a cultura de saúde e segurança, de forma integrada com a preservação do meio ambiente, dentro do contexto de gestão integrada de SMS. Possui um módulo com esse tema dentro dos cursos de formação de engenheiros e diversos outros cursos oferecidos a todos os empregados no formato de educação continuada. Vem incentivando a produção científica na área, por intermédio de convênios com instituições de ensino, que realizam cursos de pós-graduação e mestrado profissional, gerando artigos e trabalhos em congressos nacionais e internacionais.

¹³Um exemplo é o Curso Básico de Segurança em Plataformas, exigido pela IMO, cujo objetivo principal é preparar os empregados para ações de emergência, inclusive combate a incêndio e salvatagem no mar.

Desenvolve soluções educacionais lúdicas, no formato de jogos, bem como educação a distância. Influencia outras partes interessadas, atuando no incentivo à formação de recursos humanos, por intermédio de financiamento de bolsas de estudo e pesquisas, e no estímulo ao interesse por cursos técnicos, em ações junto às escolas do ensino médio. Possui corpo docente altamente qualificado, tanto do ponto de vista da experiência prática quanto da formação acadêmica.

Sua atuação em segurança, meio ambiente e saúde é publicamente reconhecida e aplaudida, obtendo inúmeros prêmios, principalmente sobre o seu Programa de Formação de Engenheiros. O excelente desempenho da Petrobras no quesito recursos humanos, no âmbito do Índice Dow Jones de Sustentabilidade (DJSI), deve-se aos programas de desenvolvimento de recursos humanos que estão sob a sua responsabilidade.

4 ANÁLISES E DISCUSSÕES FINAIS SOBRE A FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS

A elaboração deste trabalho de pesquisa buscou reconhecer a importância da qualificação profissional dos engenheiros na construção da sociedade moderna, ao mesmo tempo em que propôs questionamentos sobre o atendimento aos requisitos de uma necessária visão humanista, sustentável e responsável. Esses questionamentos foram direcionados, especificamente, aos aspectos de sua formação vinculados ao requisito da responsabilidade pela saúde e segurança, tanto no que diz respeito aos trabalhadores, quanto à comunidade e às instalações.

A discussão teórica presente neste texto discorreu sobre a importância do assunto, principalmente devido ao grande número de acidentes e doenças do trabalho no Brasil e no mundo. Acrescentou-se a esse aspecto o histórico de acidentes industriais ampliados, ou seja, aqueles nos quais as consequências não se restringem às lesões aos trabalhadores diretamente envolvidos, mas amplia-se ao entorno, com possíveis perdas completas das instalações, mortes ou contaminações na comunidade vizinha e impactos ao meio ambiente. Reviram-se, na literatura, as abordagens sobre a formação dos engenheiros e as diferentes formas de inserir os conhecimentos sobre saúde e segurança nos cursos de graduação, pós-graduação e de educação continuada, nos ambientes escolares e não escolares, especialmente nas empresas.

Para o estudo de um caso específico no qual uma empresa contrata grande quantidade de engenheiros para atuar em processos de elevado grau de risco, escolheu-se a empresa Petrobras, por possuir um sistema educacional organizado na forma de uma universidade corporativa, denominada Universidade Petrobras. Considerou-se o cargo de engenheiro de petróleo, por estar ligado à atividade fim da empresa e pelo elevado grau de risco da atividade; para este cargo foram analisados o processo de seleção, a formação inicial na empresa e a educação continuada. A empresa, ao contratar seus novos engenheiros de petróleo, submete-os a um Programa de Formação, que dura cerca de 12 meses, com carga horária de 840 horas. Esse curso equivale a uma especialização, e a Universidade Petrobras foi credenciada, em 2008, pelo Conselho Nacional de Educação, a oferecer este curso, internamente, como uma pós-graduação *lato sensu* em engenharia de petróleo e gás.

4.1 RESPOSTA ÀS QUESTÕES

Procurou-se responder às perguntas elencadas no capítulo 1 deste estudo, as quais são reproduzidas a seguir, acompanhadas das com respostas encontradas oriundas da pesquisa.

(1) O ensino de engenharia está preparando os profissionais quanto ao conhecimento e tratamento dos riscos inerentes às suas atividades reais de trabalho, que podem comprometer a segurança e saúde dos trabalhadores da empresa e da comunidade em que se localiza?

Para esta primeira questão, utilizou-se como referência principal a revisão da literatura nacional e internacional sobre o assunto. Constatou-se que ainda é insuficiente na forma e no conteúdo, a abordagem da gestão de riscos, com foco na prevenção de acidentes, nos cursos de graduação em engenharia. A grande dificuldade parece estar no congestionamento da grade curricular dos cursos, não cabendo o acréscimo de novas disciplinas com esse foco mais direcionado. As alternativas estão na reformulação das atuais disciplinas, de forma a contemplarem diretamente os riscos associados ao exercício da atividade de cada modalidade de engenharia e na inclusão transdisciplinar do tema dentro das disciplinas voltadas às competências técnicas específicas. Essa última alternativa, que se apresenta como a mais eficaz e adequada, sob o ponto de vista pedagógico, esbarra na necessidade de treinamento de professores e desenvolvimento de material didático. E isso requer um convencimento e interesse dessas partes interessadas. Como exemplo, a análise do processo seletivo público para o cargo de engenheiro de petróleo júnior, mostrou que as competências gerais, que aqui chamamos muitas vezes de transdisciplinares ou transversais, não são objeto de verificação, embora sejam obrigatórias, não apenas na formação, mas na atuação dos engenheiros.

(2) A formação dos engenheiros, dentro da empresa, contempla uma abordagem voltada à complexidade dos ambientes sociotécnicos em que vão atuar, no que diz respeito à gestão de riscos e prevenção de acidentes?

O caso analisado foi dos engenheiros de petróleo. Identificou-se que a sua formação inicial na empresa é de um curso de 840 horas, no qual um dos módulos, de 24 horas, foi desenvolvido especialmente para apresentar as restrições de saúde e segurança, os impactos da atividade da empresa sobre os trabalhadores e o meio ambiente e a necessidade de gerenciamento dos riscos inerentes à atividade. Para esta etapa inicial de formação, não se identificou outro módulo que estivesse voltado ao desenvolvimento das competências não específicas, voltadas à gestão de riscos de saúde e segurança. Embora se tenha constatado a

existência desse módulo específico, a carga horária a ele destinada é muito pequena frente ao conteúdo total do curso. Como não há outras disciplinas que complementem esse assunto, verifica-se a necessidade de ampliar a carga horária destinada a tratar da gestão de riscos associada ao exercício profissional de engenheiros de petróleo. Por outro lado, a forma transversal de apresentação desse tema aos engenheiros de petróleo não está especificamente ligada ao curso de formação, mas ao fato que, sendo empregados da empresa, estão obrigatoriamente vinculados à sua política de segurança, meio ambiente e saúde. E isso ocorre em suas comunicações, campanhas ou documentos públicos ou corporativos. Sendo que, nesses casos, são em maioria de caráter genérico e não especificamente relacionados com o exercício da atividade de engenheiros de petróleo.

(3) A empresa inclui, em seu processo de educação continuada de engenheiros, a oferta de soluções educacionais voltadas ao tema da saúde e segurança dos trabalhadores?

Sim, a empresa possui uma cartela significativa de cursos de educação continuada relacionada ao tema. E a capacitação da força de trabalho da empresa nos aspectos de segurança, meio ambiente e saúde é uma das diretrizes corporativas da companhia, integrando a política de excelência em SMS. No caso de engenheiros de petróleo, é destaque o programa de controle de poços, que funciona em um modelo de certificação internacional de pessoas, com comprovada eficácia na redução de acidentes. Além disso, por intermédio da Universidade Petrobras, são realizadas parcerias com instituições de ensino para programas de pós-graduação (especialização ou mestrado profissional) em temas como sistemas de gestão, higiene ocupacional e ergonomia. A dúvida que não se esclareceu é se esse sistema de educação continuada em saúde e segurança está efetivamente ampliando a visão dos engenheiros para atuação em suas atividades ou está servindo mais para o aperfeiçoamento de seus especialistas em segurança.

4.2 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

A realização desta pesquisa permitiu que se transitasse em diversos temas, entre eles a formação de engenheiros, a gestão de riscos, os requisitos legais e normativos, as responsabilidades e compromissos das empresas, a educação corporativa. E cada um deles permite o aprofundamento para ampliar o estudo e encontrar mais e melhores respostas.

Entre as inúmeras opções que se apresentam, foram identificadas as propostas que mais se relacionam com as questões formuladas ao longo do trabalho.

A primeira delas diz respeito à formação inicial dos engenheiros e a discussão sobre a importância e pertinência da inclusão dos aspectos de segurança e saúde em seus cursos de graduação. Por um lado, alguns pesquisadores consideram que cabe à academia preparar os estudantes com forte embasamento teórico e conceitual, permitindo que desenvolvam a visão crítica frente a qualquer desafio social ou tecnológico. Para eles, não é possível contemplar todos esses desafios na etapa inicial de formação que é a graduação. Por outro lado, os documentos legais e normativos da profissão consideram como inerentes à formação inicial dos engenheiros o desenvolvimento de competências relacionadas à responsabilidade social de seus projetos, serviços e produtos. Portanto, cabe um aprofundamento dessa discussão, verificando de que forma a orientação das Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de engenheiros vem sendo aplicada em diferentes instituições de ensino de engenharia. E como se pode atestar se as competências exigidas estão sendo desenvolvidas.

A segunda proposta diz respeito à efetividade de aplicação dos conceitos na formação de engenheiros na própria empresa. Em nossa pesquisa, analisamos o que a empresa oferece, e não a percepção dos novos engenheiros. O que de fato é percebido como importante ou relevante quando se abordam questões relacionadas à prevenção de acidentes e gestão de riscos deve ser investigado pela escuta dos atores sociais, alunos e professores. Sugere-se, então, um trabalho de campo que possa ouvir e analisar a percepção desses atores, verificando se as ações da empresa estão atingindo o seu objetivo de fomentar uma cultura de segurança, desde o primeiro contato do novo engenheiro com a empresa, que ocorre na universidade corporativa.

A terceira proposta diz respeito à percepção de riscos por parte dos engenheiros da empresa, ao longo de sua carreira. Investigar de que forma ou em que amplitude a cultura de segurança está implantada junto aos engenheiros da empresa. Especialmente, por serem eles os que mais ocupam cargos gerenciais, sendo tomadores de decisões operacionais, táticas e estratégicas que podem influenciar no desempenho de segurança. Dessa forma, a proposta é um trabalho de campo que possa identificar de que forma as restrições de saúde e segurança influenciam as decisões dos engenheiros em seus postos de trabalho.

A última proposta para trabalhos futuros é pesquisar esse aspecto de formação complementar de engenheiros em outro setor industrial de elevado grau de risco, como é o caso, por exemplo, do setor de mineração e do setor elétrico. Ao se verificar que as taxas de acidentes e de fatalidades em outros setores da economia superam às do setor de petróleo e

gás, a ideia é fomentar essa discussão sobre a formação complementar de engenheiros em empresas desses outros segmentos de elevado grau de risco.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atuação dos engenheiros em empresas de elevado grau de risco, principalmente neste momento de desenvolvimento econômico acelerado, no Brasil, pode influenciar de forma significativa a ocorrência de acidentes e doenças do trabalho. Isso porque, especialmente nas empresas de forte conteúdo tecnológico, os engenheiros ocupam funções estratégicas e suas decisões podem causar impactos no desempenho corporativo quanto aos aspectos de saúde e segurança. Mesmo não estando no exercício de atividades gerenciais, os seus projetos, se não consideram os fatores humanos e as restrições relacionadas a perigos e riscos, influenciarão, ainda que em tempo distante de sua concepção, as atividades dos trabalhadores, estejam eles em salas de operação, embarcações ou plantas industriais.

Uma atuação humanista, sustentável e responsável é o que a sociedade espera dos engenheiros e isso está disposto em documentos oficiais do Brasil, e de vários países, entre os quais os Estados Unidos e o Reino Unido. A análise comparativa desses requisitos de atuação em um ambiente sociotécnico foi apresentada em um quadro na página 57. Entre esses três conceitos de atuação, o da responsabilidade é o que está mais diretamente vinculado à segurança do trabalho e por isso esse conceito foi descrito de forma mais detalhada neste estudo. Considerou-se que o exercício responsável e ético da engenharia exige a avaliação crítica dos sistemas, desde o projeto até a operação e manutenção, visando à garantia da incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores. Para isso, devem-se considerar as restrições de saúde e segurança, atendendo aos requisitos legais e normativos e aplicando soluções inovadoras e seguras, mediante identificação de perigos e avaliação de riscos.

A pesquisa, entretanto, não foi conclusiva sob o aspecto de apresentar uma solução única ou melhor sobre a forma de contemplar esses conceitos na formação dos engenheiros. A grade curricular dos cursos de graduação em engenharia já está congestionada e constatou-se dificuldade de ampliar a oferta de cursos ou ampliar a carga horária destinada ao tema da gestão de riscos do trabalho. Por outro lado, as instituições de ensino não podem contemplar em seus cursos os aspectos específicos dos riscos associados a determinados setores da economia, até porque eles estão vinculados muitas vezes aos métodos de trabalho e não ao

conhecimento acadêmico requerido à formação profissional. Por isso, se evidenciou a necessidade de as empresas investirem no aspecto de educação para a prevenção ao capacitarem os seus engenheiros para o exercício de suas atividades. Em especial, as empresas que atuam em setores de elevado grau de risco.

O estudo de caso, ao escolher a educação corporativa de engenheiros de petróleo, mostrou que a Petrobras, por intermédio de sua Universidade corporativa, tem investido na capacitação quanto aos aspectos de segurança, meio ambiente e saúde. E o faz não só incluindo um módulo específico no curso inicial de formação, mas oferecendo uma grande quantidade de cursos de educação continuada relacionados ao tema, ao lado de campanhas e outras ações corporativas. Entretanto, constatou-se que ainda há lacunas a serem preenchidas quanto à ampliação do conteúdo e carga horária destinada ao assunto no curso de formação inicial dos engenheiros de petróleo, bem como na garantia de que a educação continuada nessa temática alcançará esse público.

Ao longo desta pesquisa, discutiu-se a educação transdisciplinar como uma boa prática para superar a dificuldade de contemplar os aspectos de segurança nos cursos para engenheiros. A transdisciplinaridade pressupõe contemplar o que está presente nas várias disciplinas, buscando uma visão integradora dos requisitos e das restrições, ou seja, não obrigatoriamente em módulos ou disciplinas específicas, mas presente ao longo de toda a formação. O maior impedimento à ampla aplicação desse conceito diz respeito à preparação do corpo docente para esse desafio, fato constatado tanto nas referências nacionais quanto internacionais.

Reconhecer o papel dos engenheiros na gestão dos riscos e discutir a sua formação acadêmica ou corporativa face a essa realidade, deve ser tarefa permanente das empresas e das instituições de ensino, considerando que a saúde, a integridade física e a qualidade de vida são questões que vão além da ética e da responsabilidade profissional, mas dizem respeito aos direitos fundamentais dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS

AMERICAN BOARD OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY - ABET. **Criteria for Accrediting Engineering. Engineering Accreditation Commission.** Baltimore: ABET, 2008.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE – API. **API RP 75: Recommended Practice for Development of a Safety and Environmental Management Program for Offshore Operations and Facilities.**

ANSILIERO, G. Evolução dos registros de acidentes de trabalho no Brasil, no período 1996-2004. **Informe de Previdência Social**, Brasília, MPS, v.18, n. 6, p. 1-10, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **Instalada a CEE de Segurança e Saúde Ocupacional.** Portal da ABNT na Internet. Notícias. Disponível em http://www.abnt.org.br/m5.asp?cod_noticia=136&cod_pagina=962. Acesso em: abr. 2008.

_____. **NBR 14280: Cadastro de Acidente do Trabalho – Procedimento e Classificação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIATION INTERNATIONALE DE LA SECURITE SOCIALE. AISS. **Protocole de Québec – pour l’intégration de compétences em santé et sécurité au travail dans l’enseignement et la formation professionnels et techniques.** Québec: AISS, 2003.

AULER, D.; BAZZO, W. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

BALTHAZAR JÚNIOR, C. **A influência da educação de base como instrumento para a redução de acidentes do trabalho.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

BARTOLOMEI, R. **Pensando o ensino do futuro sob perspectivas humanizadoras: a engenharia como pretexto.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

BAZZO, W. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. In: LINSINGEN, I. et al. (Orgs). **Formação do Engenheiro.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. p. 89-104.

BAZZO, W.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: UFSC, 2008.

BETHEA, R.M. Engineers Encourage Universities to Emphasize Safety in Curriculum. **Occupational Health & Safety**, Waco, v. 61, Iss. 6; p. 22, jun. 1992

BINDER, M. C. P.; CORDEIRO, R. Sub-registro de acidentes do trabalho em localidade do Estado de São Paulo, 1997. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 409-416, 2003.

BIRD, JR, F.E. **Safety**. In The industrial environment – its evaluation and control. Chapter 47. Cincinnati, Ohio: National Institute of Occupational Health and Safety, 1973.

BIRD, JR, F. E.; GERMAIN, G. L.; CLARK, M. D. **Practical loss control leadership**. 3. ed. Atlanta: Det Norske Veritas, 2003.

BIRD, JR, F.E.; LOFTUS, R.G. **Loss Control Management**. Loganville, Georgia: International Loss Control Institute, 1976.

BITTENCOURT, M. F. L. **Educação para a ciência, tecnologia e desenvolvimento social: a formação dos engenheiros mecânicos da UNICAMP**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

BOOTH, W. C.; COLOMB, G. C.; WILLIAMS, J. W. **A arte da pesquisa**. Tradução: Henrique A. Rego Monteiro. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

BORSOI, I. C. F. Acidente de trabalho, morte e fatalismo. **Psicologia & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 17-28, jan/abr. 2005.

BRASIL. Decreto Presidencial 4085, de 15.01.2002. Promulga a Convenção nº 174 da OIT e a Recomendação nº 181 sobre a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores. Brasília, 2002a.

_____. Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Publicada no **D.O.U.** de 25.7.1991, republicada no **D.O.U.** de 14.8.1998.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**, aprovadas pela Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Brasília: MEC, 2002b.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES 1362/2001, publicado no **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, de 25/2/2002, Seção 1, p. 17. Brasília: MEC, 2002c.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Credenciamento Especial do Sistema de Educação Corporativa da Petrobras. Parecer CNE/CES 208/2008, publicado no **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, de 11/11/2008, Seção 1, p. 14. Brasília: MEC, 2008.

_____. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. Resolução ANP nº 43/2007 – Institui o Regime de Segurança Operacional para as Instalações de Perfuração e Produção de Petróleo e Gás Natural e aprova o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional das Instalações Marítimas de Perfuração e Produção de Petróleo e Gás Natural. Brasília: ANP, 2007.

_____. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. Resolução ANP nº 2/2010 – Institui o Regime de Segurança Operacional para Campos Terrestres de Produção de Petróleo e Gás Natural e aprova o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Integridade Estrutural das Instalações Terrestres de Produção de Petróleo e Gás Natural (RTSGI). Brasília: ANP, 2010.

_____. Ministério da Previdência e Assistência Social. **Saúde e Segurança Ocupacional**. Portal da Internet. Disponível em: <http://www.previdenciasocial.gov.br/conteudoDinamico.php?id=39>. Acesso em: jun. 2010.

_____. Ministério da Saúde. Coordenação de Saúde do Trabalhador. **Lista de Doenças Relacionadas ao Trabalho (Apresentação)**. Brasília, 1999. Disponível em http://www.cvs.saude.sp.gov.br/li_doen.asp. Acesso em: fev. 2010.

_____. Ministério do Trabalho, Ministério da Previdência Social e Ministério da Saúde. Portaria Interministerial nº 800, de 3 de maio de 2005. **Política Nacional de Segurança e Saúde do Trabalhador. Diretriz 5**. Brasília: MTE, MPS, MS, 2005.

_____. Ministério do Trabalho. Portaria MTb nº 3.311 de 1989. Brasília: Mtb, 1989.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e Ministério da Previdência Social (MPS). **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho: AEAT 2008**. Brasília: MTE, MPS, 2009.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Portal na Internet. Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: dez. de 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **Quadro das Convenções da OIT ratificadas pelo Brasil**. Portal na Internet. Atualizado em junho de 2009. Disponível em http://www.mte.gov.br/rel_internacionais/convencoesOIT.asp. Acesso em: mar. 2011.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. BSI. Occupational Health and Safety Assessment Series. **OHSAS 18001**. London: BSI, 2007.

BRITO, J. Saúde do trabalhador: reflexões a partir da abordagem ergológica. In FIGUEIREDO et al. (Org.). **Labirintos do trabalho**: interrogações e olhares sobre o trabalho vivo. Rio de Janeiro: DP&A, 2004. p 91-114.

BRITO, W. Desafios do novo modelo de educação corporativa. In: 3ª OFICINA DE EDUCAÇÃO CORPORATIVA. Brasília: EDUCOR, 2005.

CARDOSO, L.A.; CARVALHO, S.C. O papel das Universidades Corporativas no desenvolvimento das competências: um estudo de caso sobre a Universidade Petrobras. In: XIII SIMPEP, Bauru (SP), 2006. **Anais...** Bauru, 2006.

CESGRANRIO. Fundação Cesgranrio. Concursos. Portal na Internet. Disponível em <http://www.cesgranrio.org.br>. Acesso em janeiro de 2012.

COLLARES, M.E.B. **A educação ambiental como tema inter e transdisciplinar no processo educacional**: um estudo de caso no município de Petrópolis. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2002.

COLOMBO, C. R.; BAZZO, W. A. Da complexidade no trabalho do engenheiro, o repensar de sua formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, São Paulo, 2001. **Anais...** São Paulo, 2001.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. CONFEA. Resolução 1002, de 2002 – **Adota o Código de Ética Profissional da Engenharia, da Arquitetura, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia**. Brasília, 2002.

_____. **Código de Ética Profissional Comentado**. 3. ed. Brasília: CONFEA, [s.d.].

CORDEIRO, R. et al. Subnotificação de acidentes do trabalho não fatais em Botucatu, SP, 2002. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 2, p. 254-260, 2005.

CORREA, P. R. L.; ASSUNÇÃO, A. A. A subnotificação de mortes por acidentes de trabalho: estudo de três bancos de dados. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 12, n. 4, p. 203 – 212, 2003.

CRUZ NETO, O. O trabalho de campo como descoberta e criação. In MINAYO, M.C.S. (Org.) **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis (RJ): Vozes, 1994.

DANIELLOU, F. “La construction sociale de et par l’analyse du travail”. Performances Humaines et Techniques. In : SEMINARIE DESUP/DESS DE PARIS I:, septembre 1995, n° hors série, **Anais...** 1995, p.25-29.

DESLANDES, S.F. A construção do projeto de pesquisa. In: MINAYO, M.C.S. (Org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis (RJ): Vozes, 1994.

DOWNEY, G. Are Engineers Losing Control of Technology? - From ‘Problem Solving’ to ‘Problem Definition and Solution’ in Engineering Education. Trans IChemE, Part A, **Chemical Engineering Research and Design**, 83(A6), p. 583–595, 2005.

DWYER, T. A produção social do erro – o caso dos acidentes ampliados. In FREITAS, C.M; SOUZA, M. F.; MACHADO, J. M. H. (Orgs.). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000.

ENGINEERING COUNCIL UK **Standard for Professional Engineering Competence**. London, 2010.

EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK. **Mainstreaming occupational safety and health into education: good practice in school and vocational education**. Belgium, 2004.

FERNANDEZ-FUENTES, M.A. Motivating and educating engineering students about occupational safety and health: problems and results of a study. In: EDUCATION AND TRAINING POLICIES IN OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH AND ERGONOMICS – INTERNATIONAL SYMPOSIUM. Genebra, 1982. **Anais...** Genebra: International Labour Office, 1982.

FALABELLA, E. **Depoimento em vídeo sobre Carreiras na Petrobras**. Disponível em <http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/carreiras>. Acesso em dezembro de 2011.

FREITAS, C. M.; SOUZA, M. F.; MACHADO, J. M. H. (Orgs.). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000.

FUNDAÇÃO COMITÊ DE GESTÃO EMPRESARIAL. FUNCOGE. Portal na Internet. Disponível em: <http://www.funcoge.org.br>. Acesso em: jul. 2010.

GADEGAST, R. Z. **A formação para a segurança do trabalho nos projetos pedagógicos dos cursos de graduação**. Dissertação (Mestrado) Programa de Mestrado em Educação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR), Curitiba, 2005.

GOLDER, A. Safety Relevance in Undergraduate Education. In SACHE News. **Safety and Chemical Engineering Education**, v. 9, n. 2, p. 4-5, April 2000.AIChE.

HALE, A. O método na vossa loucura: o sistema na vossa segurança. **Laboreal**, v. III, n. 2, p. 63-81, 2007.

HAMALAINEN, P.; TAKALA, J.; SAARELA, K. L. Global estimates of occupational accidents. **Safety Science**, 44, p. 137-156, 2006.

HARMS, A. A., BAETZ, B. W.; VOLTI, R. R. **Engineering in Time – The Systematics of Engineering**, History and its Contemporary Context. London: Imperial College Press, 2004.

HARRIS JR, C.E. The Good Engineer: Giving virtue its due in engineering ethics. **Science and Engineering Ethics**, 14, p. 153-164, 2008.

HYDE, E. P. D.; FERREIRA, E. G.; GLASMEYER, S. P. **Acidentes Químicos Ampliados: Uma proposta para implementação de Mecanismos de Controles a partir de Requisitos Legais**. São Paulo: SENAC, 2005.

INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. ILO. **Guidelines on occupational safety and health management systems**, ILO-OSH 2001. Genebra: ILO, 2001.

_____. **Safety in Numbers - Pointers for a global safety culture at work**. Genebra: ILO, 2003.

KIRWAN, B.; AINSWORTH, L. **A Guide to Task Analysis**. London: Taylor and Francis, 1992.

KLETZ, T. **An engineer view of human error**. 3rd. ed. Rugby, Warwickshire, UK: Institution of Chemical Engineers (IChemE), 2001.

JÉRÔME, F. L'Education a la securite dans le domaine des ecoles d'ingenieurs. In: EDUCATION AND TRAINING POLICIES IN OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH AND ERGONOMICS – INTERNATIONAL SYMPOSIUM. Genebra, 1982. **Anais...** Genebra: International Labour Office, 1982.

LLORY, M. **Acidentes Industriais – O custo do silêncio**. Rio de Janeiro: Multimais, 1999.

LUCCHESI, C.F. HR Innovation: A different approach at Brazil's Petrobras. **Energy Workforce**. Tulsa: PennWell, 2010. p. 4-5.

MARQUEZ, A. F. **Universidades Corporativas**: A experiência em empresas brasileiras. Lições aprendidas e formulação de critérios de gerenciamento. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2002.

MARTINS, G. A.; THEOPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MATTOS, R. P. **Segurança e Saúde no Trabalho – Legislação**. Portal na Internet. Disponível em: <http://www.ricardomattos.com/legisla.htm>. Acesso em: maio 2009.

MELCHERS, R.E. On the ALARP approach to risk management. **Reliability Engineering and System Safety**, 71, p. 201-208, 2001.

MENDEL, G. In: LLORY, M. **Acidentes Industriais – O custo do silêncio**. Prefácio. Rio de Janeiro: Multimais, 1999.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. São Paulo: Hucitec, 1992.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis (RJ): Vozes, 1994.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2004; Brasília: UNESCO, 2004.

MUNDIM, M. S. O modelo de gestão de pessoas na Petrobras. Apresentação no 3º CONGESP. Rio Grande do Norte: 2009.

NOGUEIRA, D. P. Action at the level of teaching establishments: training in elements of occupational safety and health for other professionals. In: EDUCATION AND TRAINING POLICIES IN OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH AND ERGONOMICS – INTERNATIONAL SYMPOSIUM. Genebra, 1982. **Anais...** Genebra: International Labour Office, 1982.

OLIVA, E.; ROMAN, V.; MAZZALI, L. A universidade corporativa como instrumento de sustentação do negócio: A experiência das empresas estatais. **Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão**. Edição Jan/Jun 2010. p. 75-84.

RAMOS, H. C.; OLIVEIRA, R. T. Q.; SANTOS, J. A. N.; BOTELHO, E. N.; ZOTES, L. P. **Transição de treinamento e desenvolvimento (T&D) para universidade corporativa**. In: IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2008.

OGP – International Association of Oil & Gas Producers. Safety performance indicators 2010 – data. Report nº 455. May 2011. Disponível em: <http://www.ogp.org.uk>. Acesso em: maio 2012.

OPHUS, E.M. Educating in Occupational Hygiene at the Norwegian Institute of Technology. In: EDUCATION AND TRAINING POLICIES IN OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH AND ERGONOMICS – INTERNATIONAL SYMPOSIUM. Genebra, 1982. **Anais...** Genebra: International Labour Office, 1982.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. OIT. **Convenção nº 174 sobre a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores**. Genebra: OIT, 1993. Disponível em <http://www.ilo.org/ilolex/portug/docs/C174.htm>, acesso em agosto de 2009.

_____. **Diretrizes sobre Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho**. Tradução Gilmar Trivelato. São Paulo: Fundacentro, 2005.

_____. **Inspeção do Trabalho**: manual de educação do trabalhador. Tradução Edilson Alkmin Cunha. São Paulo: LTR, 1994.

_____. **Normas Internacionais do Trabalho**. Portal de informações na internet. Disponível em: <http://www.oitbrasil.org.br/normas.php>. Acesso em: maio de 2009.

PAPADAKI, M. Inherent safety, ethics and human error. **Journal of Hazardous Materials**, 150, p. 826–830, 2008.

PASCON, P.E. **Flixborough 25 anos. Processos Soluções de Engenharia Ltda.**, 1999. Disponível em: <http://www.processos.eng.br>. Acesso em: set. 2010.

PERRIN, L.; LAURENT, A. Current Situation and future implementation of safety curricula for chemical engineering education in France. **Education for Chemical Engineers**, 3, p. 84-91, 2008. The Institution of Chemical Engineers, 2008.

PERROW, C. **Normal Accidents – Living with high-risk technology**. New Jersey: Princeton University Press, 1999.

PETROBRAS. Relatório de Sustentabilidade 2010. Rio de Janeiro: Petrobras, 2011. Disponível em: www.petrobras.com.br. Acesso em: dez. 2011.

PETROBRAS. Relatório Anual de Recursos Humanos 2010. Petrobras, 2011. Disponível em: www.petrobras.com.br. Acesso em: dez. 2011.

PORTER, S.; WETTIG, J. Policy issues on the control of major accident hazards and the new Seveso II directive. **Journal of Hazardous Materials**, 65, p. 1-14, 1999.

PUSCH, J. B. C. **O novo CEP comentado. Código de Ética Profissional Comentado**. 3. ed.. Brasília: CONFEA, [s.d.]. p. 101-207.

QUEIROZ JR., D.V. **O processo de educação continuada: estudo de caso no eixo de capacitação de SMS dentro da Universidade Corporativa da Petrobras**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Fluminense. Niterói: UFF, 2004.

QUELHAS, O. L. G.; LIMA, G. B. A. Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional: Fator Crítico de Sucesso à Implantação dos Princípios do Desenvolvimento Sustentável nas Organizações Brasileiras. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, Artigo 2, dez. 2006. São Paulo: SENAC, 2006.

RAMAZZINI, B. **As doenças dos trabalhadores**. Tradução Raimundo Estrela. São Paulo: Fundacentro, 1992.

RAMOS, H. C., OLIVEIRA, R. T. Q., SANTOS, J. A. N., BOTELHO, E. N., ZOTES, L. P. Transição de Treinamento e Desenvolvimento (T&D) para Universidade Corporativa. In: IV CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. Niterói: UFF, 2008. **Anais...** Niterói: UFF, 2008.

REASON, J. **Managing the risks of organizational accidents**. Aldershot: Ashgate, 1997.

RIGOTTO, R. M. Saúde Ambiental & Saúde dos Trabalhadores: uma aproximação promissora entre o Verde e o Vermelho. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 6, n. 4, 2003.

ROCHA JR. E.; COSTA, M. C. M.; GODINI, M. D. Acidentes Ampliados à Luz da Diretiva de Seveso e da Convenção nº 174 da Organização Internacional de Trabalho – OIT. Interfacehs **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v.1, n. 2, seção 2, dez. 2006.

RUSHTON, A.G. Lessons Learned from past accidents. In: **Industrial Safety Series**, v. 6, p. 71-108, Elsevier, 1998.

SÁ, R. L. P. **Estratégia Empresarial**: A presença da Responsabilidade Social na Educação Corporativa. Um Estudo de Caso no Setor de Energia. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

SALOMÃO, R. Educação Corporativa na Petrobras. In: XVI ENCEP – ENCONTRO NACIONAL DE COORDENADORES DE CURSOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2011. **Anais...** ABEPRO, 2011.

SANTANA, V., NOBRE, L., WALDVOGEL, B. C. Acidentes de Trabalho no Brasil entre 1994 e 2004: Uma Revisão. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 10, n. 4, p. 841-855. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, 2005.

SANTAYANA, M. Um destino para o Brasil. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 2ª edição, 25 jun. 2010. Coisas da Política.

SANTOS, O. A. The Petrobras Petroleum Engineering Educational System. **The Way Ahead**, v.7, n. 1, 2011. London: SPE – Society of Petroleum Engineering, 2011.

SCHNAID, F., BARBOSA, F. F., TIMM, M. I. O perfil do Engenheiro ao longo da História. Porto Alegre: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, Porto Alegre, 2001. **Anais...** Porto Alegre, 2001.

SCHWARTZ, Y. Reflexão em torno de um exemplo de trabalho operário. In SCHWARTZ; DURRIVE (Orgs.). **Trabalho e Ergologia**. Niterói: EdUff, 2007.

SILVA, A. M.; MARTINS, V. N.; FERREIRA, L. A.W. A implantação de universidades corporativas na empresas. Estudo de caso. **Perspectivas online**. v. 3, n. 12, 2009.

SIMÕES, R. B. G. **Uma Análise sobre a importância da inserção da segurança em eletricidade nos cursos de graduação em Engenharia Elétrica**. Monografia do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

SOMMERMAN, A. **Inter ou transdisciplinaridade?: da fragmentação disciplinar ao novo diálogo entre os saberes**. São Paulo: Paulus, 2006.

SOUTO, D. F. **Saúde no Trabalho: uma revolução em andamento**. 2. ed. Rio de Janeiro: SENAC, 2007.

STACEY, N. et al. Integrating Risk Concepts into Undergraduate Engineering Courses. In: 3RD INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, MIT, Cambridge, Massachusetts, June 2007; **Proceedings...** Cambridge, Massachusetts, 2007.p. 11-14.

TEIXEIRA, A. C. B. **Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho**. Notas de aula. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1995.

TELLES, A. L.; ALVAREZ, D. Interfaces ergonomia-ergologia: uma discussão sobre trabalho prescrito e normas antecedentes. In: FIGUEIREDO et al. (Orgs.) **Labirintos do Trabalho: interrogações e olhares sobre o trabalho vivo**. Rio de Janeiro: DP&A, 2004, p. 63-90.

THYGERSON, A. L. **Essentials of Safety**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1976.

TOFT, Y.; HOWARD, P.; JORGENSEN, D. Human-centred engineers - a model for holistic interdisciplinary communication and professional practice. **International Journal of Industrial Ergonomics** 31, p. 195–202, 2003.

TRINDADE, R.B.E.; QUEIROZ, JR, D.V. HSE Training and Competence Development at Petrobras University. In: SPE INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, SAFETY AND ENVIRONMENT IN OIL AND GAS EXPLORATION AND PRODUCTION. Rio de Janeiro, 2010. **Anais**. Rio de Janeiro: SPE, 2010.

VALE. **Relatório da Administração 2010**. Disponível em: <http://www.vale.com>. Acesso em: maio 2012.

VEYRET, Y. (Org.) **Os riscos** – o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007.

VIDAL, M. A evolução conceitual da noção de acidente do trabalho: Consequências metodológicas sobre o diagnóstico de segurança. **Cadernos DEP nº 13**. Departamento de Engenharia de Produção da UFSCar. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos, 1989.

WILLEY, R. J.; HENDERSHOT, D. C.; BERGER, S. The Accident in Bhopal: Observations 20 Years Later. In: 40TH ANNUAL LOSS PREVENTION SYMPOSIUM, Orlando: AIChE, 2006. **Proceedings...** Orlando, 2006.

YUJI, M. **Depoimento em vídeo sobre Carreiras na Petrobras**. Disponível em: http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/carreiras_. Acesso em: dez. 2011.