

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL
E MEIO AMBIENTE**

A sustentabilidade ambiental e os cursos de graduação em Engenharia de Produção da UFSCAR (Campus Sorocaba) e a EESC/USP: uma análise da sintonia de duas matrizes curriculares e as necessidades da indústria química segundo os indicadores de sustentabilidade ambiental recomendados pela ABIQUIM

Antonio Jorge Ferreira Pires

ARARAQUARA
2013

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE

A sustentabilidade ambiental e os cursos de graduação em Engenharia de Produção da UFSCAR (Campus Sorocaba) e a EESC/USP: uma análise da sintonia de duas matrizes curriculares e as necessidades da indústria química segundo os indicadores de sustentabilidade ambiental recomendados pela ABIQUIM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, curso de Mestrado, do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.

Orientado: Antonio Jorge Ferreira Pires

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Rios

FICHA CATALOGRÁFICA

P743 Pires, Antonio Jorge Ferreira Pires

A sustentabilidade ambiental e os cursos de graduação em engenharia de produção da UFSCAR(campus Sorocaba) e a EESC/USP: uma análise da sintonia de duas matrizes curriculares e as necessidades da indústria química segundo os indicadores de sustentabilidade ambiental recomendados pela ABIQUIM/Antonio Jorge Ferreira Pires. – Araraquara: Centro Universitário Araraquara, 2013
73f.

Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário de Araraquara
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Rios

1.Sustentabilidade Ambiental. 2. Engenharia de Produção. 3. Matrizes Curriculares 4. Indústria Química I. Título.

CDU 504.03

FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME DO ALUNO: Antonio Jorge Ferreira Pires

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, curso de Mestrado, do Centro Universitário de Araraquara - UNIARA - como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.

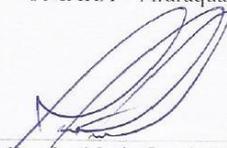
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Leonardo Rios
UNIARA - Araraquara



Prof. Dra Ethel C. Chiari da Silva
UNIARA - Araraquara



Prof. Dr. José Luis Garcia Hermosilla
UNIARA - Araraquara

Araraquara - SP, 29 de maio de 2013.

Dedico este trabalho à minha esposa Nair, e meus filhos, Lucas e André, por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos, ajudando a superar os meus desafios.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado iluminando o meu caminho.

Ao meu orientador, Professor Leonardo Rios, pelos ensinamentos, paciência e confiança.

“Mas renova-se a esperança. Nova aurora a cada dia. E há que se cuidar do broto. Pra que a vida nos dê flor e fruto”.

MILTON NASCIMENTO.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo que mostra as matrizes curriculares e ementas das disciplinas dos cursos de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP) e a sintonia das mesmas em relação às necessidades da atuação profissional do engenheiro de produção, quanto aos aspectos da sustentabilidade ambiental junto às indústrias químicas. As necessidades das indústrias químicas em relação ao conhecimento, e atuação do engenheiro de produção quanto à sustentabilidade ambiental podem ser expressas através dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental (ISA) estando alinhadas com a gestão da ABIQUIM através do seu programa de Atuação Responsável, elaborado por sua estrutura técnica junto do setor de Assuntos Regulatórios de Meio Ambiente, Inovação e Normas Técnicas. A escolha da matriz curricular do curso de Engenharia de Produção da UFSCAR/ Campus Sorocaba se manifesta devido o plano pedagógico deste curso apresentar o tema da sustentabilidade com relevância quando procura atender a demanda das empresas nacionais e da sociedade, incorporando em sua matriz a dimensão econômica, social, cultural, política e ambiental. As grades curriculares das disciplinas da UFSCAR/ Campus Sorocaba apresentam uma abrangência em termos de conteúdo, carga horária e distribuição ao longo do curso, que abordam o tema de sustentabilidade ambiental traduzidos em seis disciplinas do núcleo de conhecimentos básico com 330 horas (8% das horas totais), distribuídas do 2º ao 8º semestres de graduação e sete disciplinas do núcleo de conhecimento profissionalizante e de formação específica com 375 horas (9% das horas totais) distribuídas do 1º ao 9º semestres. Em relação à escolha da matriz curricular da Engenharia de Produção da EESC/USP, manifesta-se em seu plano pedagógico que expressa entre os seus objetivos, compreender a inter-relação dos sistemas de produção com o meio ambiente, no que se refere à utilização de recursos escassos quanto à disposição final de resíduos e rejetivos em sintonia com atendimento para a exigência de sustentabilidade. As grades curriculares da EESC/USP apresentam os conteúdos de sustentabilidade ambiental com maior concentração do meio para o final do curso, traduzidos através de uma disciplina do núcleo de conhecimentos básicos do 4º semestre com 30 horas (0,7 das horas totais), e quatro disciplinas do núcleo de conhecimentos profissionalizantes e de formação específica com 360 horas (8% das horas totais), distribuídas do 6º ao 10º semestres. Através da pesquisa descritiva, os resultados apresentados expressam que os temas ambientais estão sendo abordados de maneira ampla nos cursos analisados. Desta forma, merece ser destacado que a atuação do engenheiro, nas questões voltadas à sustentabilidade ambiental, depende de um conjunto de fatores para que o conteúdo ministrado na sua formação acadêmica possa ser assimilado e colocado em prática. A atuação do engenheiro não depende apenas de sua formação, mas também de fatores outros como as questões de aprendizado dos estudantes, questões éticas e que são importantes na atuação profissional do engenheiro como um gestor ambiental, questões que movem o processo de formação de estratégias ambientais nas indústrias, a pressão que a indústria exerce sobre o funcionário para redução de custos e as suas consequências sobre a gestão da estratégia ambiental a ser desenvolvida e que pode afetar a indústria na busca contínua do desenvolvimento e melhoria da performance ambiental.

Palavras chaves: Matriz Curricular, Engenharia de Produção, Indústria Química e Sustentabilidade.

ABSTRACT

This paper presents a study that shows the curricular disciplines and menus of Production Engineering Courses at the Federal University of São Carlos (UFSCAR) and the São Carlos School of Engineering of the University of São Paulo (EESC/USP) and the tune of the same regarding the needs of the professional performance of the production engineer, about the aspects of environmental sustainability in the chemical industries. The needs of chemical industries in relation to knowledgement, and performance of the production engineer with regard to environmental sustainability can be expressed by means of Indicators of Environmental Sustainability (ISA) being aligned with the management of ABIQUIM through its responsible Care Programme, prepared by its technical structure with the regulatory affairs sector of Environment, innovation and technical standards. The choice of the curricular disciplines for production engineering course of UFSCAR- Campus Sorocaba manifests due to the pedagogical plan of this course to introduce the topic of sustainability with relevance when try to meet the demand of domestic enterprises and the society, incorporating in its economic, social, cultural, environmental and political dimension. The curricular grids of disciplines of UFSCAR/Sorocaba Campus feature a comprehensiveness in terms of content, workload and distribution throughout the course, that address the environmental sustainability theme translated into six basic skills core subjects with 330 hours (8% of total hours), distributed from the 2^o to 8^o semesters of undergraduate and seven core disciplines of vocational knowledge and specific training with 375 hours (9% of total hours) distributed from 1^o to 9^o semesters. Regarding the choice of curricular grid of production engineering of the EESC/USP, it manifests itself in its pedagogical plan which expresses between the goals, understand the interrelation of production systems with the environment, in the use of scarce resources refre regarding the final disposition of waste and rejetivos in tune with attendance for the requirement of sustainability. The curricular grids of the EESC/USP have the contents of environmental sustainability with greater concentration of the middle to the end of the course, translated through a core discipline of basic knowledge of 4^o semester with 30 hours (0.7 total hours), and four core disciplines of vocational knowledge and specific training with 360 hours (8% of total hours) distributed from the 6^o to 10^o semesters. Through the descriptive research the results presented express that the environmental issues are being addressed in a wide way in the courses taken. In this way, it deserves to be highlighted that the performance of the engineer, on issues related to environmental sustainability, depends on a set of factors to which the content taught in his academic training can be assimilated and put into practice. The performance of the engineer does not depend only on its formation, but also other factors such as students ' learning issues, and ethical issues that are important in professional performance of the engineer as an environmental Manager, issues that move the process of formation of environmental strategies in industries, the pressure that the industry exerts on the employee for cost reduction and its consequences on the management of environmental strategy to be developed and which may affect the industry in continuous search of development and improve the environmental performance.

KEY-WORDS: Curricular board of subjects, Engineering production, Chemical Industry and Sustainability.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR / Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.	38
Tabela 2 Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR/Campus Sorocaba, carga horária total das disciplinas e tópicos de sustentabilidade ambiental que são descritos nas respectivas ementas.	39
Tabela 3 Disciplinas essenciais do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica da UFSCAR / Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias. .	40
Tabela 4 Disciplinas essenciais do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR / Campus Sorocaba, carga horária total das disciplinas e tópicos de sustentabilidade ambiental que são descritos nas respectivas ementas.	42
Tabela 5 Disciplinas Tecnológicas Comuns, pertencentes ao núcleo de disciplinas do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica da UFSCAR / Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.....	43
Tabela 6 Disciplinas Tecnológicas da linha de Produção da Madeira, pertencentes ao Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de formação específica da UFSCAR/Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.	45
Tabela 7 Disciplinas Tecnológicas da linha de Produção de Materiais, pertencentes ao núcleo de disciplinas do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica da UFSCAR/Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.	45
Tabela 8 Disciplinas Optativas da UFSCAR / Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.	47
Tabela 9 Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico do Curso de Engenharia de Produção da EESC - USP e respectivas cargas horárias.	49
Tabela 10 Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Produção de São Carlos–USP, carga horária total das disciplinas e tópicos de sustentabilidade ambiental que são descritos nas respectivas ementas.....	51
Tabela 11 Disciplinas essenciais do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica do Curso de Engenharia de Produção da EESC - USP e respectivas cargas horárias.	52
Tabela 12 Disciplinas essenciais do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizante e de Formação Específica com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos USP, carga horária total das disciplinas e tópicos de sustentabilidade ambiental que são descritos nas respectivas ementas.	53

Tabela 13 Disciplinas Optativas do Curso de Engenharia de Produção da EESC - USP e respectivas cargas horárias.	54
Tabela 14 Disciplinas Optativas com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos–USP, carga horária total das disciplinas e tópicos de sustentabilidade ambiental que são descritos nas respectivas ementas.....	56
Tabela 15 Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR/Campus Sorocaba, alinhadas com os indicadores de sustentabilidade ISA da ABIQUIM.....	59
Tabela 16 Disciplina comum do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica, com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR / Campus Sorocaba, alinhada com os indicadores de sustentabilidade ISA da ABIQUIM	60
Tabela 17 Disciplinas do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizante e de Formação Específica com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos USP, alinhadas com os indicadores de sustentabilidade ISA da ABIQUIM	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Áreas que compõem a Engenharia de Produção – ABEPRO (2008).....	20
Quadro 2 Relação das perspectivas estabelecidas em um plano estratégico de uma indústria frente aos aspectos social, econômico e ambiental.	27

LISTA DE SIGLAS

ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABIQUIM – Associação Brasileira das Indústrias Químicas
ACV – Avaliação do Ciclo da Vida
AR – Atuação Responsável
BS – Balanced Scorecard
CES – Câmara de Educação Superior
CNE – Conselho Nacional de Educação
CMMAD – Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura
CREA – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais
DESD – Decade of Education for Sustainable Development
DTU – Universidade Técnica da Dinamarca
EDS – Educação para o Desenvolvimento Sustentável
EESC – Escola de Engenharia de São Carlos
ENCEP – Encontro Nacional de Coordenadores de Curso de Engenharia de Produção
ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção
EP – Engenharia de Produção
ISA – Indicador de Sustentabilidade Ambiental
ISO – International Organization for Standardization
LCN – Gestão do Ciclo da Vida
MEC – Ministério da Educação e Cultura
ONU – Organização das Nações Unidas
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PPC – Plano Pedagógico do Curso
QSA – Avaliação Quantitativa de Sustentabilidade
SOBRAPE – Sociedade de Pesquisa Operacional
UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos
USP – Universidade de São Paulo

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivo Específico	16
1.1.3	Justificativas	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Origem e Evolução da Matriz Curricular da Engenharia de Produção.....	18
2.2	O Ensino da Sustentabilidade na Formação do Engenheiro	22
2.3	Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável.....	23
2.4	A Sustentabilidade no contexto da Engenharia de Produção.	25
2.5	A Engenharia da Sustentabilidade e a Gestão Industrial	26
2.6	Diretrizes Curriculares da Engenharia de Produção e o mercado de trabalho. 29	
2.7	Estado da Arte das Pesquisas do Ensino em Engenharia e na Engenharia de Produção.	30
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	34
4	RESULTADOS	37
4.1	Análise das Matrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos e da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, alinhadas quanto aos Aspectos de Sustentabilidade Ambiental.	37
4.1.1	Análise da Matriz Curricular do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba.....	37
4.1.2	Análise da Matriz Curricular do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,	48
4.2	Necessidades das Indústrias Químicas quanto aos Aspectos da Sustentabilidade Ambiental.....	57
4.3	Paralelo entre os indicadores de sustentabilidade ambiental (ISA) da ABIQUIM e as matrizes curriculares das disciplinas do curso de graduação do engenheiro de produção da Universidade Federal de São Carlos e da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.....	59
5	DISCUSSÃO	62
5.1	Perspectivas	66
6	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A indústria apresenta uma dinâmica que é função da crescente velocidade do progresso tecnológico em que necessita, cada vez mais, eficiência de seus processos produtivos através da excelência na obtenção de produtos com aceitação mercadológica, agregação de valor econômico com responsabilidade social de tal forma que o impacto de suas atividades não afete a qualidade de vida e o comprometimento do planeta (DEMAJOROVIC, 2010).

A gestão industrial envolve decisão e análise de uma série de fatores que vão além dos econômicos e incluem a sua sustentabilidade ambiental, na medida em que devem ser gerenciados os riscos envolvidos e os impactos de suas atividades na sociedade (DEMAJOROVIC, op.Cit).

Em princípio, as empresas são responsáveis pelas consequências de suas operações, incluindo os impactos diretos, assim como as externalidades que afetem terceiros, o que envolve toda a cadeia produtiva e o ciclo de vida dos seus produtos e serviços (DEMAJOROVIC, 2010 pg. 27).

Conscientes do grande consumo de recursos naturais, as indústrias veem incorporando em suas estratégias a importância do conceito de sustentabilidade por ser alvo de constantes expectativas quanto às suas responsabilidades para com a sociedade como personagem que dispõe de recursos financeiros e tecnológicos para uma atuação direta, ágil e decisiva no encaminhamento das soluções dos problemas ambientais e sociais (DEMAJOROVIC, 2010).

Esta preocupação com a preservação do equilíbrio ambiental tem sido motivo para uma série de estudos, debates e conferências que resultaram em metodologias científicas fundamentais para realizar mudanças e alavancar em práticas de desenvolvimento sustentável, que podem ser evidenciadas através das técnicas de Produção Mais Limpa e a Avaliação do Ciclo de Vida do produto (DEMAJOROVIC, 2010).

Esta contínua busca pela melhoria dos processos produtivos por parte das indústrias, catalisada pela intensificação da competitividade devido ao aumento do nível de exigência dos consumidores necessita transformações importantes na formação acadêmica e atuação do engenheiro de produção.

Segundo Palis (2007), de modo especial, o profissional de engenharia deve, através de sua formação acadêmica e profissionalizante, equiparar-se ao padrão de exigência imposto pelo mercado.

De acordo com Belhot (2005), o processo do conhecimento desenvolvido na educação dos cursos de engenharia pode ser comparado ao processo produtivo.

À semelhança de construção de uma linha de montagem, o aluno vai passando pelo processo de produção, os semestres letivos e as respectivas disciplinas. A cada fase do processo de transformação, pontos de controle (avaliação) são estabelecidos, para garantir padrões mínimos de qualidade, como na manufatura (BELHOT, 2005, p.4).

Da mesma forma, Palis (2007) enfatiza que a indústria e a própria sociedade reivindicam um processo de mudança e desenvolvimento. O mercado tende a influenciar de maneira sutil as instituições de ensino a se adequarem segundo às mudanças definidas por ele, mas essa influência não é expressiva tanto quanto se evidencia nas empresas, que têm de acompanhar mudanças para a sua sobrevivência neste mundo capitalista. As instituições de ensino devem exercer a promoção do desenvolvimento da sociedade, dentro das expectativas éticas e morais. Não lhes cabe deixarem-se imiscuir por outros interesses e imposições que descaracterizem sua missão de emancipação dos cidadãos através de suas atividades científicas.

De acordo com Longo (2007), com a atual realidade do país, com a economia em transição, e um mercado de trabalho extremamente competitivo e carente de profissionais qualificados, cada vez mais se sente a necessidade do ensino de engenharia ser radiografado para que as exigências desses segmentos sejam satisfeitas, e que estejam de acordo com a resolução vigente do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA).

Baggio (2005) descreve que organizações e profissionais vêm buscando, através da educação, o aperfeiçoamento para se adaptarem a uma sociedade competitiva e exigente e assim, indicadores do mercado de trabalho apontam para a necessidade de se criar um perfil profissional melhor adaptado a atual realidade organizacional. Assim, as instituições de ensino precisam adaptar o futuro profissional ao novo modelo de formação requisitado pelo mercado de trabalho, sem perder o seu foco da promoção do desenvolvimento da sociedade, dentro das expectativas éticas e morais.

De acordo com Pallis (2007) o desenvolvimento acelerado das indústrias não só faz com que o mercado de trabalho cada vez mais exija dos profissionais qualificações e eficiência, mas também requer uma retomada das relações entre esse cenário e o que

está posto como modelo de ensino e de formação dos engenheiros. Trata-se de discutir como as mudanças apresentadas pela sociedade têm se refletido no processo de formação do profissional de engenharia.

Mishima (2005) relata a relação da formação de profissionais e o mercado de trabalho.

Sentir e acompanhar a dinâmica dessas mudanças é uma necessidade que se impõe sob o aspecto da exigência de uma atualização permanente na aquisição de novas habilidades e competências exigidas pelo mercado de trabalho para se manter competitivo...

Uma investigação do reflexo dessas mudanças sobre o ambiente acadêmico pode levar a evidenciar a existência ou não de um distanciamento significativo entre as exigências do mercado de trabalho e a formação do engenheiro de produção e produzir informações de relevância acadêmica para uma eventual necessidade de atualização curricular (MISHIMA, 2005, p.14).

Mesmo não havendo relatos da dificuldade do engenheiro de produção atuar no campo da sustentabilidade ambiental, o presente trabalho propõe traçar um paralelo entre as matrizes curriculares e ementas de disciplinas de dois cursos de Engenharia de Produção e as necessidades das indústrias químicas na atuação dos engenheiros de produção, com ênfase nos aspectos de sustentabilidade ambiental.

A escolha da matriz curricular do curso de Engenharia de Produção da UFSCAR/ Campus Sorocaba se manifesta devido o plano pedagógico deste curso apresentar o tema da sustentabilidade com relevância quando procura atender a demanda das empresas nacionais e da sociedade incorporando em sua matriz a dimensão econômica, social, cultural, política e ambiental. A dimensão ambiental é considerada quando trata de temas como o uso racional dos recursos naturais, o aproveitamento de resíduos, o reuso e a reciclagem de materiais.

Em relação à escolha da matriz curricular da Engenharia de Produção da EESC/USP o seu plano pedagógico expressa entre os seus objetivos, compreender a interrelação dos sistemas de produção com o meio ambiente, no que se refere a utilização de recursos escassos quanto à disposição final de resíduos e rejeitos em sintonia com atendimento para a exigência de sustentabilidade.

Segundo os dados da ABIQUIM, o conjunto das suas empresas associadas representa um universo de produtos químicos, com relevância superior a 85% do setor em termos de produção, faturamento líquido e número de empregados.

As necessidades das indústrias químicas, em relação ao conhecimento e atuação do engenheiro de produção quanto à sustentabilidade ambiental, podem ser expressas através dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental (ISA) e estão alinhadas com a

gestão da ABIQUIM através do seu programa de Atuação Responsável, elaborado por sua estrutura técnica junto do setor de Assuntos Regulatórios de Meio Ambiente, Inovação e Normas Técnicas.

O programa de Atuação Responsável é uma ética empresarial, compartilhada pelas empresas associadas à ABIQUIM tendo como missão promover o aperfeiçoamento da gestão das empresas químicas brasileiras e de sua cadeia de valor, de forma a assegurar a sustentabilidade ambiental, econômica e social de seus processos e produtos, bem como contribuir para a permanente melhoria da qualidade de vida da sociedade.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar as matrizes curriculares dos cursos de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos e da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo e verificar se as mesmas atendem as necessidades da atuação profissional do engenheiro de produção, quanto aos aspectos da sustentabilidade ambiental junto às indústrias químicas.

1.1.2 Objetivo Específico

Os objetivos específicos são:

- Pesquisar as matrizes curriculares dos cursos de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos e da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo quanto aos aspectos de sustentabilidade ambiental.
- Descrever as necessidades das Indústrias Químicas quanto aos aspectos da sustentabilidade ambiental segundo os indicadores de sustentabilidade

ambiental recomendados pela ABIQUIM.

1.1.3 Justificativas

O cenário em que está inserida a indústria química é um bom exemplo do contexto globalizado de desenvolvimento humano e evidencia as grandes mudanças e transformações econômicas, sociais e ambientais pelas quais nosso planeta esta passando. Uma análise dessas mudanças sobre o ambiente acadêmico pode ter as seguintes considerações:

- gerar informações de importância acadêmica para uma eventual necessidade de atualização curricular;
- verificar se os conteúdos acadêmicos, expressos nos componentes curriculares dos referidos cursos de engenharia, oferecem conhecimentos para seus egressos atuarem na implantação ou gestão dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental, alinhados com as necessidades da indústria química.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e Evolução da Matriz Curricular da Engenharia de Produção.

A Engenharia de Produção, segundo Leme (1983), pode ser historicamente dividida no Brasil em três momentos bem distintos, de 1931 a 1954 com a criação do Instituto de Organização Racional do Trabalho – IDORT, que promoveu cursos como o primeiro curso de Relações Públicas da Fundação Getúlio Vargas, no Rio de Janeiro em 1953, sob o patrocínio da Organização das Nações Unidas. Entre os anos de 1954 a 1966 destacam-se o surgimento em 1955 do primeiro Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica de São Paulo, e o primeiro Seminário de Pesquisa Operacional, com teses de livre docência e cátedra e engenheiros de produção atuando em gerência da produção, administração e economia. Após 1966 surge o Curso de Mestrado PUC/RJ, bem como o Grupo de Pesquisa Operacional – PO – junto à Petrobrás, criação dos Bancos de Investimento, a Sociedade de Pesquisa Operacional – SOBRAPE e a expansão dos cursos de graduação, pesquisa e doutorado em Engenharia de Produção.

Ainda segundo Leme (1983), em congressos, encontros e seminários da área nas décadas de 1970 e 1980 surgiam questões recorrentes sobre o que era a Engenharia de Produção e o que faziam seus profissionais, e destacavam na década de 1980 três definições mais aceitas:

- Engenharia de Métodos, estando presente onde quer que seus métodos de análise fossem utilizáveis;
- Campo, na fronteira entre o conhecimento técnico de outras engenharias e as áreas administrativas e econômicas;
- Campo específico; estudo, análise e projeto de sistemas integrados de homens, materiais e equipamentos, informações e ambiente.

Até 1976 havia dois tipos de cursos de Engenharia de Produção: um com ênfase em outras áreas da engenharia, como Engenharia de Produção química e Engenharia de Produção mecânica, e outro denominado “puro” ou “pleno”. A partir daquele ano, a configuração dos cursos de engenharia passou a ser delineada pela resolução do Conselho Federal de Educação nº 48/1976, que foi explícita em definir seis áreas (civil, mecânica, elétrica, química, metalúrgica, e de minas), seus respectivos conteúdos e ementas para os cursos de engenharia. Assim, os cursos de Engenharia de Produção

tiveram que se modificar e passaram a ser aplicação de um dos ramos das engenharias, estabelecidas na resolução 48/1976.

Para Santos (2008), as resoluções nº 48/1976 e nº 10/1976 do Ministério de Educação e Cultura – MEC - fundamentaram uma estrutura rígida para a Engenharia de Produção com a formação do engenheiro a partir de seis áreas básicas e indicando a Engenharia de Produção como uma formação secundária, ou vinculada às áreas principais. Devido ao crescimento e maior oferta dos cursos e a formação de uma comunidade de Engenharia de Produção em 2002, pela resolução CNE/CES do MEC, um perfil de profissional dotado de formação humanista, generalista, crítica e reflexiva, capaz de absorver e desenvolver novas tecnologias para a solução de problemas relevantes à sociedade foi criado.

Em março de 2002 o MEC – instituiu as novas diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, por meio da resolução CNE/CES, 11 de 11 de março de 2002 (BRASIL, 2002 apud Piratelli, 2008).

De acordo com Cunha (2004) a Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO - identifica uma base científica e tecnológica própria da Engenharia de Produção que caracteriza como grande área. Esse conjunto de conhecimentos é fundamental para que qualquer tipo de sistema produtivo tenha um funcionamento eficaz: Engenharia do Produto; Processos Produtivos; Engenharia de Métodos e Processos; Planejamento e Controle da Produção; Custos da Produção; Qualidade; Planejamento da Manutenção e Engenharia de Confiabilidade; Ergonomia e Segurança do Trabalho; Logística e Pesquisa Operacional.

Ainda segundo Piratelli (2008), a atual definição da profissão concebida pela ABEPRO está alicerçada no campo específico do conhecimento, porém incorporada pelas novas exigências do mercado e da sociedade para com o profissional.

Compete à Engenharia de Produção o projeto, a modelagem, a implantação, a operação, a manutenção e a melhoria de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, recursos financeiros, e materiais, tecnologia, informação e energia. Compete ainda especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas para a sociedade e o meio ambiente, recorrendo a conhecimentos especializados da matemática, física, ciências humanas e sociais, conjuntamente com os princípios e métodos de análise e projeto de Engenharia (ABEPRO 2001, p.01).

Com esta resolução o Conselho Nacional de Educação passava a entender como Engenheiro o profissional que tivesse em sua formação um mínimo de 30% da carga horária em disciplinas que compõem o conteúdo básico, comum a todas as engenharias,

e um mínimo de 15% da carga em disciplinas que compõem o conteúdo profissionalizante, onde estão elencadas as 10 áreas do conhecimento atuais da Engenharia de Produção.

As dez áreas que compõem a Engenharia de Produção, segundo a ABEPRO (2008) são:

Quadro 1- Áreas que compõem a Engenharia de Produção – ABEPRO (2008)

Áreas da EP	Matérias
1. Engenharia de Operações e Processos de Produção: Projetos, operações e melhorias dos sistemas que criam e entregam os produtos (bens ou serviços) primários da empresa.	1.1 - Gestão de Sist. de Prod. e Operações. 1.2 – Planejamento, Programação e Controle da Produção. 1.3 – Gestão da Manutenção. 1.4 – Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais: organização industrial, layout/arranjo físico. 1.5 – Processos Produtivos Discretos e Contínuos: procedimentos, métodos e sequências. 1.6 – Engenharia de Métodos.
2. Logística: Técnicas para o tratamento das principais questões envolvendo o transporte, a movimentação, o estoque e o armazenamento de insumos e produtos, visando à redução de custos, a garantia de disponibilidade de produto, bem como o atendimento dos níveis de exigência dos clientes.	2.1 - Gestão da Cadeia de Suprimentos. 2.2 – Gestão de Estoques. 2.3 – Projeto e Análise de Sistemas Logísticos. 2.4 – Logística Empresarial. 2.5 – Transporte e Distribuição Física. 2.6 – Logística Reversa.
3. Pesquisa Operacional: Resolução de Problemas reais envolvendo situações de tomada de decisão, através de modelos matemáticos habitualmente processados por computacionalmente.	3.1 – Modelagem, Simulação e Otimização. 3.2 – Programação Matemática. 3.3 – Processos Decisórios. 3.4 – Processos Estocásticos. 3.5 – Teoria dos Jogos. 3.6 – Análise de Demanda. 3.7 - Inteligência Computacional.
4. Engenharia da Qualidade: Planejamento, projeto e controle de sistemas de gestão da qualidade que considerem o gerenciamento por processos, a abordagem factual para a tomada de decisão e a utilização de ferramentas da qualidade.	4.1 – Gestão de Sistema da Qualidade. 4.2 – Planejamento e Controle da Qualidade. 4.3 – Normalização, Auditoria e Certificação da Qualidade. 4.4 – Organização Metrológica da Qualidade 4.5 – Confiabilidade de Processos e Produtos.
5. Engenharia do Produto: Conjunto de Ferramentas e processos de projeto, planejamento, organização, decisão e execução envolvidas em atividades estratégicas e operacionais de desenvolvimento de novos produtos.	5.1 – Gestão do Desenvolvimento de Produto. 5.2 – Processo de Desenvolvimento do Produto 5.3 – Planejamento e Projeto do Produto.

CONTINUAÇÃO Quadro 1

<p>6. Engenharia Organizacional: Conjunto de conhecimentos relacionados à gestão das organizações, englobando em seus tópicos o planejamento estratégico e operacional, as estratégias de produção, a gestão empreendedora, a propriedade intelectual, avaliação de desempenho organizacional, os sistemas de informação e sua gestão e os arranjos.</p>	<p>6.1 – Gestão Estratégica e Organizacional. 6.2 – Gestão de Projetos. 6.3 – Gestão do Desempenho Organizacional. 6.4 – Gestão da Informação. 6.5 – Redes de Empresas. 6.6 – Gestão da Inovação. 6.7 – Gestão da Tecnologia. 6.8 – Gestão do Conhecimento.</p>
<p>7. Engenharia Econômica: Formulação, estimação e avaliação de resultados econômicos para avaliar alternativas para a tomada de decisão, consistindo em um conjunto de técnicas matemáticas que simplificam a comparação econômica.</p>	<p>7.1 – Gestão Econômica. 7.2 – Gestão de Custos. 7.3 – Gestão de Investimentos. 7.4 – Gestão de Riscos.</p>
<p>8. Engenharia do Trabalho: Projeto, aperfeiçoamento, implantação e avaliação de tarefas, sistemas de trabalho, produtos, ambientes, e sistemas para fazê-los compatíveis com as necessidades, habilidades e capacidades das pessoas visando a melhor qualidade e produtividade, preservando a saúde e integridade física. Seus conhecimentos são usados na compreensão das interações entre os humanos e outros elementos de um sistema. Pode-se também afirmar que esta área trata da tecnologia da interface máquina- ambiente – homem – organização.</p>	<p>8.1 – Projeto e Organização do Trabalho. 8.2 – Ergonomia. 8.3 – Sistemas de Gestão de Higiene e Segurança do Trabalho. 8.4 – Gestão de Riscos de Acidentes do Trabalho.</p>
<p>9. Engenharia da Sustentabilidade: Planejamento da utilização eficiente dos recursos naturais nos sistemas produtivos diversos, da destinação e tratamento dos resíduos e efluentes destes sistemas, bem como implantação de sistemas de gestão ambiental e responsabilidade social.</p>	<p>9.1 – Gestão Ambiental. 9.2 – Sistemas de Gestão Ambiental e Certificação. 9.3 – Gestão de Recursos Naturais e Energéticos. 9.4 – Gestão de Efluentes e Resíduos Industriais. 9.5 – Produção mais Limpa e Eco eficiência. 9.6 – Responsabilidade Social. 9.7 – Desenvolvimento Sustentável.</p>
<p>10. Educação em Engenharia da Produção : Universo de inserção da educação superior em engenharia (graduação, pós-graduação, pesquisa, e extensão) e suas áreas afins, a partir de uma abordagem sistêmica englobando a gestão dos sistemas educacionais em todos os seus aspectos.</p>	<p>10.1 – Estudos da Formação do Engenheiro de Produção. 10.2 – Estudo do Desenvolvimento e Aplicação da Pesquisa e da Extensão em Engenharia de Produção. 10.3 – Estudo da Ética e da Prática Profissional em Engenharia de Produção. 10.4 – Práticas Pedagógicas e Avaliação Processo de Ensino-Aprendizagem em Engenharia de Produção. 10.5 – Gestão e Avaliação de Sistemas Educacionais de Cursos de Engenharia de Produção.</p>

Fonte : ABREPO, 2008

2.2 O Ensino da Sustentabilidade na Formação do Engenheiro

Com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - Eco Rio 92, um novo conceito surgiu e está em evolução: a Educação para o Desenvolvimento Sustentável – EDS.

De acordo com Calder (2005), a *Decade of Education for Sustainable Development* ou Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável - DESD tem como objetivo a integração das disciplinas da grade de componentes curriculares dos cursos de engenharia, fazendo com que o processo de formação do engenheiro se transforme em oportunidade de desenvolvimento da importância do tema relativo ao meio ambiente.

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável – EDS - inclui a Educação Ambiental, recentemente incorporada nas discussões acadêmicas e, nos dias de hoje, faz parte das propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), através de uma maior inter-relação dos componentes curriculares criando com isso fóruns de discussão de natureza ética, ecológica, política, econômica, social e cultural (VELOSO *et al.*, 2011).

De acordo com Bourn (2008), um engenheiro sustentável e global é a chave para boas práticas de negócio e, em sendo assim, segundo Abraham (2005), a Engenharia Sustentável é aquela que incorpora o desenvolvimento e a implementação de sistemas, processos e produtos viáveis tecnologicamente e economicamente e que promovam o bem estar humano, enquanto protege a saúde humana e promove a proteção do meio ambiente como um critério em soluções de engenharia.

A sustentação da relevância da inclusão do tema sustentabilidade nas matrizes curriculares dos cursos de engenharia fez com que a Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO (2009) incluísse esse tema como uma das áreas da Engenharia de Produção.

Neste sentido, conforme exposto nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Engenharia, chama a atenção o tópico XII – Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.

Este requisito contempla em seu escopo a relevância das competências em desenvolvimento sustentável para o engenheiro e seu exercício profissional.

2.3 Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável

Entre os anos de 1972 e 1974 surgem as primeiras discussões que foram apresentadas por uma entidade chamada de *O Clube de Roma*, composta por intelectuais e industriais, onde surgem os primeiros trabalhos científicos a respeito da preservação ambiental e, através da evolução destes debates, apresentaram quatro questões que deveriam ser equacionadas para que se alcançasse a sustentabilidade: controle do crescimento populacional, controle do crescimento industrial, insuficiência da produção de alimentos e o esgotamento dos recursos naturais (CAMARGO, 2002).

No ano de 1983 foi criada pela Organização das Nações Unidas – ONU - a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD, com o objetivo de estudar e propor uma agenda global para a humanidade enfrentar os principais problemas ambientais do planeta.

Em 1987 a Comissão para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas, na Noruega, fez um documento chamado “Nosso Futuro Comum”, também conhecido como Relatório Brundtland, através do qual os governos signatários se comprometiam a promover o desenvolvimento econômico e social em conformidade com a preservação ambiental. Neste relatório surge uma das mais conhecidas definições de Desenvolvimento Sustentável: “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (CMMAD, 1987).

A literatura acadêmica tem apresentado diversos conceitos para a sustentabilidade. Para Cavalcante (1998), sustentabilidade é a “*possibilidade de se obter continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema*” (CAVALCANTE, 1998:161).

De acordo com Sachs (1990), a sustentabilidade “*constitui-se num conceito dinâmico, que leva em conta as necessidades crescentes das populações, num contexto internacional em constante expansão*” (SACHS, 1990:235-236).

De acordo com Savitz e Weber (2006), sustentabilidade é a arte de fazer negócios em um mundo interdependente, através de sua condução e causar o menor

impacto e dano sobre as criaturas vivas e não causar exaustão no ambiente natural, mas antes, restaura-los e enriquecê-lo.

A sustentabilidade expressa como responsabilidade social empresarial é que iremos adotar no presente trabalho, e é a apresentada pelo Instituto Ethos, que trabalha com a questão da responsabilidade social empresarial.

A responsabilidade social empresarial é a forma de gestão que se define pela relação ética e transparente de empresa com todos os públicos com os quais ela se relaciona e pelo estabelecimento de metas empresariais compatíveis com o desenvolvimento sustentável da sociedade, preservando recursos ambientais e culturais para gerações futuras, respeitando a diversidade e promovendo a redução das desigualdades sociais. (Instituto Ethos, 2006).

Segundo Almeida (2002), a sustentabilidade apresenta três dimensões: econômica, ambiental e social, chamadas como ponto de partida triplo (Triple Bottom Line). A dimensão econômica inclui as atividades formais e informais da economia que proporcionam serviços para pessoas e grupos, acarretando assim um aumento na renda e no padrão de vida das pessoas. A dimensão ambiental faz com que as indústrias sejam estimuladas a levarem em consideração o impacto de suas atividades em relação ao meio ambiente, que se traduzem na forma de utilização dos recursos naturais através da gestão das atividades e rotinas de trabalho. A dimensão social foca o aspecto social no ambiente interno e externo da indústria, relacionado às qualidades dos seres humanos quanto às suas habilidades, dedicação e experiência, bem como a qualidade de vida e de condições de trabalho.

A ciência, de acordo com Almeida (2002), no final do século XX alerta para que se discutam problemas como aquecimento global, a destruição da camada de ozônio a chuva ácida e a desertificação. Durante os trabalhos da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1983, sucessivos fatos como o auge na seca na África, o vazamento de gases tóxicos em Bophal na Índia, um reator nuclear explodiu em Chernobyl na antiga União Soviética afetaram milhões de pessoas, matando algumas centenas, e com eles evidenciaram-se que os problemas ambientais estão ligados aos problemas econômicos e sociais.

Em 1985, segundo Almeida (2002), foi criada pela Canadian Chemical Producers Association, a Associação Canadense da Indústria Química, batizada de Atuação Responsável (Responsible Care), um programa para melhorar a performance da indústria em relação ao meio ambiente, à segurança e à saúde do trabalhador. Adotada pelas associações da indústria química de quarenta países, foi introduzida no

Brasil em 1992. Desde 1998 os associados da ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química - tem que aderir ao programa para ser mantido na associação.

Saissinno (2005) mostra outra forma de lidar com a sustentabilidade na indústria que é através da implantação de programas de eco eficiência. Nesse modelo o processo de produção é continuamente monitorado para se identificar possíveis desperdícios no uso de água, energia e matérias que possam vir a gerar como consequência o aumento na geração de resíduos, efluentes.

Segundo Tachizawa (2005), surgem com o entendimento de sustentabilidade, empresas que apresentam preocupação com o desenvolvimento de técnicas limpas de produção, reutilização de matérias, produtos biodegradáveis, novas categorias de profissionais voltados para essas necessidades, e negócios como créditos de carbono, crescente ênfase na qualidade de produtos e serviços na busca da satisfação dos consumidores. Novas tecnologias para o desenvolvimento de sistemas de controle e monitoramento da proteção do meio.

2.4 A Sustentabilidade no contexto da Engenharia de Produção.

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia de Produção:

“A Engenharia de Produção é” responsável pelo projeto, a modelagem, a implantação, a operação, a manutenção e a melhoria de sistemas produtivos integrados de bens e serviços envolvendo homens, materiais, tecnologia, informação e energia, cabendo especificar, prever e avaliar os resultados obtidos nestes sistemas, para a sociedade e o meio (ABEPRO, 2001).

Conforme a Associação Brasileira de Engenharia de Produção, a Engenharia de Produção é formada pelas seguintes áreas: Engenharia de Operações e Processo; Pesquisa Operacional; Engenharia da Qualidade; Engenharia do Produto; Engenharia Organizacional; Engenharia Econômica; Engenharia do Trabalho; Engenharia da Sustentabilidade e a Educação em Engenharia de Produção. (ABEPRO, 2008).

Dentro do contexto da Engenharia de Produção, de acordo com a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2009), a Engenharia da Sustentabilidade congrega as necessidades das indústrias, pois trabalha com o planejamento da utilização eficiente dos recursos naturais nos sistemas produtivos, a destinação e tratamento dos resíduos e recursos naturais nos sistemas produtivos, a

destinação e tratamento dos resíduos e efluentes destes sistemas, bem como da implantação de sistemas de gestão ambiental e responsabilidade social. O seu detalhamento é dividido em sete subáreas que são:

- a) Gestão Ambiental;
- b) Sistemas de Gestão Ambiental e Certificação;
- c) Gestão de Recursos Naturais e Energéticos;
- d) Gestão de Efluentes e Resíduos Industriais;
- e) Produção mais limpa e Eco Eficiência;
- f) Responsabilidade Social;
- g) Desenvolvimento Social.

Este detalhamento em subáreas está alinhado com o documento elaborado pela Comissão de Graduação da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008), e referendado pelo ENCEP (2008) e ENEGEP (2008), respectivamente Encontro Nacional de Coordenadores de Cursos de Engenharia de Produção e Encontro Nacional de Engenharia de Produção, tendo sua origem com base nas atribuições profissionais da resolução CONFEA/CREA, nº 1010/2005 conferidas ao engenheiro de produção, quanto aos aspectos de sustentabilidade ambiental.

2.5 A Engenharia da Sustentabilidade e a Gestão Industrial

Uma forma de apresentar um contexto a respeito da literatura e das formas de abordagem sobre a aplicação dos conceitos da sustentabilidade na gestão industrial é fazer a relação com o planejamento estratégico destas organizações industriais.

As indústrias de grande porte apresentam grande interação com o ambiente e as comunidades que contornam a sua área de operação e invariavelmente demandam vultosas quantidades de investimento. Além disso, o surgimento de um maior número de leis e regulamentações faz com que as questões relativas à sustentabilidade se tornem obrigatórias para essas indústrias.

De acordo com Trevisan (2008), *“a [...] responsabilidade sócio ambiental deixou de ser uma opção para as organizações, ela é uma questão de visão estratégica e, muitas vezes, de sobrevivência”*.

Embora a indústria, de um modo geral, apresente a busca da sustentabilidade em suas missões e visões, ainda são raras as que são reconhecidas como exemplo a ser seguido neste campo.

Desta forma, o Balanced Scorecard apresenta-se como um instrumento de planejamento e gestão industrial, sendo que, atualmente, essa tem sido a metodologia mais difundida nas indústrias (PRIETO et al, 2006).

De acordo com Hikage, Spinola e Laurindo (2006), o BSC é um sistema de gestão industrial baseado em indicadores de controle interligados logicamente, que permitem a avaliação do desempenho, traduzindo a missão e a estratégia em objetivos e medidas organizados nas perspectivas dos clientes e dos processos internos da indústria.

Este modelo de gestão industrial é apresentado na Quadro 2 que exemplifica a relação das perspectivas estabelecidas em um plano estratégico de uma indústria e os aspectos social, econômico e ambiental pilares do conceito de sustentabilidade.

Quadro 2 Relação das perspectivas estabelecidas em um plano estratégico de uma indústria frente aos aspectos social, econômico e ambiental.

PILARES	SOCIAL	ECONÔMICO	AMBIENTAL
Financeiro	Distribuição de ganhos às partes interessadas (fornecedores, distribuidores, comunidades e demais interessados) Criação de estrutura que sustente outras atividades na região.	Maximização dos lucros Maximização das receitas	Investimentos em tecnologias alinhadas aos conceitos de P+L e de inovação Participação em índices de sustentabilidade Participação no programa de créditos de carbono
Clientes	Aumento da percepção externa quanto ao seu comprometimento social através do desenvolvimento de programas sociais juntos aos órgãos públicos ou privados.	Aumento da participação no mercado Retenção de clientes Identificação de novos mercados	Aumento de percepção externa quanto ao seu comprometimento ambiental com o desenvolvimento de programas ambientais
Processos Internos	Transparência, ética e tratamento justo nos relacionamentos intraorganizacionais (seleção, avaliação e contato com todos o <i>stakeholders</i>)	Otimização de processos produtivos internos e externos Estabelecimento de padronização, reduzindo erros e desperdícios,	Exigência de práticas ambientalmente corretas nos processos intraorganizacionais Implantação de normas ambientais
Aprendizado e Crescimento	Desenvolvimento cultural e educacional dos <i>stakeholders</i> do processo	Investimento no desenvolvimento de competências necessárias e aderentes aos resultados da organização	Conscientização, desenvolvimento e multiplicação de cultura ambientalmente responsável

Fonte: Oliveira, Terra e Medeiros (2007, p. 42)

Segundo Olsen (2010), educar engenheiros para serem ativos no desenvolvimento sustentável não se apresenta de uma forma trivial e este desafio é perseguido por várias universidades e organizações em todo o mundo. No caso da Universidade Técnica da Dinamarca (DTU) o ensino é focado em ferramentas de gestão de engenharia através da Avaliação Quantitativa de Sustentabilidade (QSA), a pesquisa e o ensino são incorporados em Avaliação do Ciclo da Vida (ACV) e a Gestão do Ciclo da Vida (LCM). Os engenheiros formados pela DTU são capacitados em um conhecimento básico sobre a sustentabilidade e métodos e ferramentas para avaliar a sustentabilidade em suas decisões quando aplicados na gestão industrial.

Mihelcic (2003) apresenta uma nova disciplina que relaciona a ciência da sustentabilidade e a engenharia, e pode ser entendida como um novo campo que integra os processos industriais, sociais e ambientais em um contexto global. As habilidades necessárias para esta meta disciplina congregam a combinação de informação e conhecimentos em várias disciplinas e perspectivas, com o objetivo comum em alcançar um equilíbrio desejado entre os aspectos econômico, ambiental e social. Neste contexto múltiplas habilidades e capacidades são necessárias para suportar esta nova disciplina e essas habilidades vão muito além daquelas necessárias para o campo da engenharia verde. Estas habilidades incluem os seguintes conhecimentos:

- 1) As ciências físicas fundamentais, ciências sociais e matemática, necessárias para a avaliação ambiental.
- 2) Economia básica, incluindo análise econômica (input - output).
- 3) Ecologia Industrial e projeto no nível de processo, escala empresarial, regional, nacional e global.
- 4) Tecnologia de informação para monitoramento em tempo real de processos, sensoriamento remoto do ambiente e sistemas gráficos de informação.
- 5) Modelagem do impacto humano-ambiental e Avaliação de Riscos.
- 6) Ferramentas de pesquisa socioambientais.
- 7) Compreensão das questões de sustentabilidade em um contexto global.

2.6 Diretrizes Curriculares da Engenharia de Produção e o mercado de trabalho.

Segundo Faria (2004), deve-se assegurar um diferencial competitivo para os futuros profissionais da Engenharia de Produção e o projeto pedagógico do curso (PPC) deve incluir conhecimentos técnicos, inteligência emocional, consciência social, cultural e ambiental e assim atender as reais demandas do mercado de trabalho.

A formação profissional e humana é o grande desafio das instituições de ensino, sobretudo, considerando o contexto atual, empresas demandam por profissionais altamente qualificados, capazes de aumentar seus níveis de produtividade e qualidade, a fim de torná-las competitivas num cenário internacional (FARIA, 2011, pg. 13).

Na elaboração do PPC é importante realçar a importância da legislação educacional e profissional existente no Brasil e, destaca-se dentre estas leis a Resolução nº1010/2005 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), que dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema CONFEA/CREA.

De acordo com Faria (2011), *“o art. 7º da Resolução 1010/2005, e em concordância com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação 5.194/1966, a atribuição inicial de título profissional, atividades e competências decorrerá, rigorosamente, da análise do perfil profissional do diplomado, de seu currículo integralizado e do projeto pedagógico do curso regular, em consonância com as respectivas diretrizes curriculares nacionais. Desta forma, o egresso terá as atribuições profissionais demonstradas no PPC, ou seja, dois profissionais de Engenharia de Produção poderão ter atribuições profissionais diferentes, a depender do curso que concluíram. A responsabilidade da Instituição com as possibilidades do exercício profissional legal de seus egressos tornou-se enorme”*.

É importante também realçar que os cursos de Engenharia de Produção devem estar alinhados com as diretrizes curriculares da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), segundo propostas existentes no documento Engenharia de Produção Grande Área e Diretrizes Curriculares, que foram elaboradas nas reuniões do grupo de trabalho de graduação durante o Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) de 1997, e III Encontro de Coordenadores de Cursos de

Engenharia de Produção (ENCEP) de 1998, modificado posteriormente em 2003 na sessão plenária final do IX ENCEP. Segundo este documento, *“Compete à Engenharia de Produção o projeto, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, materiais, tecnologia, informação e energia. Compete ainda especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas para a sociedade e meio ambiente, recorrendo a conhecimentos especializados da matemática, física, ciências humanas e sociais, juntamente com os princípios e métodos de análise e projeto da engenharia”*.

Segundo Faria (2011), *“o currículo do curso de EP deve ser elaborado considerando: as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Engenharia, as diretrizes curriculares da ABEPRO, sobre tudo as áreas de atuação da EP, o campo profissional da EP de acordo com a Resolução 1010/2005 do Confea e o perfil desejado do egresso, definido no PPC. Para melhor compreensão do currículo, as disciplinas devem ser agrupadas em núcleos básicos, profissionalizantes e específicos, de acordo com as DCN e os campos de atuação da EP”* (FARIA, 2011:22).

2.7 Estado da Arte das Pesquisas do Ensino em Engenharia e na Engenharia de Produção.

Os trabalhos de pesquisa acadêmica voltada ao ensino em engenharia e Engenharia de Produção têm apresentado uma série de estudos voltados a estabelecer reflexões e contribuições para o panorama atual do ensino de engenharia no Brasil.

Estes estudos têm abordado vários aspectos voltados ao ensino no sentido de mostrar as preocupações, bem como os desafios que os pesquisadores da área do ensino em engenharia e Engenharia de Produção têm se ocupado enfocando reflexões a respeito de temas como: estrutura curricular, modelo de aprendizagem, especificação da qualificação profissional através das competências como elemento agregador na formação profissional, estabelecimento de uma relação do ensino-aprendizagem através das características da Engenharia de Produção como um processo produtivo que é próprio para as operações industriais, metodologias para consulta ao mercado de trabalho quanto ao perfil de formação esperado para engenheiros, inclusão na matriz

curricular de disciplina que aborde questões relativas às relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

As características que compõem o perfil do engenheiro estabelecem algumas potencialidades que, segundo Colenci (1996), podem ser apresentadas como:

- Capacidade de reconhecer problemas e solucioná-los.
- Ampla base científica e profundo conhecimento de especialização.
- Domínio da matemática e das ciências físicas e biológicas.
- Capacidade de comunicar suas ideias e defender seus projetos.
- Alto sentido Ético, Social e Responsabilidade Profissional.
- Mentalidade Aberta e Atitude positiva diante da vida.

Segundo Leitão (2001), o tema das estruturas curriculares e modelo de aprendizagem são apresentados através de uma análise sobre os aspectos das suas deficiências específicas por sua forma inadequada e por um modelo ensino/aprendizado mecanicista. *“...as propostas que apresentamos pressupõem a revisão de toda a formação e prática docentes, assim como dos currículos e dos postulados que definem o modelo de ensino/aprendizagem, na busca de um novo paradigma para o ensino da engenharia, no qual seja dada a devida importância às questões epistemológicas e didáticas, às humanidades e a função política da ação profissional e a sua interação com as ênfases na temática, na pesquisa, no mercado e na informatização”*. (LEITÃO, 2001:378).

De acordo com Cidral, Kemczinski e Abreu (2001), a abordagem por competências apresenta-se como elemento integrador em relação aos vários aspectos que se estabelecem na formação e qualificação profissional através de um projeto pedagógico de graduação *“a especificação da qualificação profissional pode ser considerada a partir de dois pontos de vista, as características profissionais dizem respeito ao resultado de um processo de formação e as características que dizem respeito ao que o profissional oferecerá ao mercado de trabalho”*. (CIDRAL, KEMCZINSKI e ABREU, 2001:145).

As grandes mudanças industriais e econômicas, segundo Nose e Rebelatto (2001), *“...aumentaram os requisitos para a competitividade das empresas num mundo globalizado, onde a concorrência está cada vez mais acirrada. Nesse novo cenário as competências exigidas tornam-se cada vez mais elevadas e colocam que o engenheiro além do seu lado técnico, precisa ter noção e conhecimentos em diversas áreas como*

finanças, economia, psicologia do trabalho e muitas outras que antes não eram consideradas”. (NOSE e REBELATTO, 2001:25).

Neste sentido Furlanetto e Neves (2006) fazem *“uma reflexão a respeito da atualidade dos conteúdos abordados na graduação em Engenharia de Produção tomando por base quatro temas considerados atuais para a formação dos engenheiros em geral, Gestão da Inovação, Ética e Responsabilidade Social, Gestão Ambiental e Empreendedorismo*”. (FURLANNETTO e NEVES, 2006:38).

De acordo com Lira, Araújo, Silva, Ramos, Desks e Furlanetto (2007) a Engenharia de Produção como Engenharia de Métodos através de seus conceitos e caracterização insere uma relação de ensino-aprendizagem com o processo produtivo *“constituído de elementos de entradas (alunos), que são transformados por meio do ensino, em indivíduos (graduados), considerando o sistema produtivo educacional um pouco mais complexo do que o industrial e assim, desse processo buscar otimizar e racionalizar a utilização dos recursos de entrada, de maneira que gere alunos e professores mais consciente de suas atitudes, competências e habilidades para o exercício profissional de um engenheiro*”. (LIRA, ARAÚJO, SILVA RAMOS, ,DEKS e FURLANETTO, 2007:1).

De acordo com Gama e Silveira (2003) as metodologias de consulta ao mercado de trabalho com relação ao perfil de formação esperado para engenheiros são *“úteis para levantar problemas e garimpar ideias, mas não substituem a escolha de valores e de uma visão de futuro a ser feita pela academia no momento de propor novos perfis de formação e novos currículos*”. (GAMA e SILVEIRA, 2003:6).

Segundo Bazzo e Pereira (2009), dentre as preocupações que norteiam a atenção de professores do ensino em engenharia, o tema Ciência, Tecnologia e Sociedade tem apresentado cada vez mais relevância para a construção de um engenheiro-cidadão que contribua com seu conhecimento para o bem-estar e o progresso das comunidades e o desenvolvimento sustentável.

Sem dúvida há a necessidade de uma educação mais ampla, transdisciplinar, reflexiva e crítica. Não importa a área do conhecimento. Seja ela tecnológica ou não se é que ainda tem sentido fazer separações desta ordem numa civilização que está imbricada em todos os aspectos e problemas. Há necessidade de uma formação que não seja estritamente pré-profissional e técnica. Mas o ímpeto para essa “nova educação” não pode proceder da nostalgia pelos esquemas passados. O fordismo, usando um exemplo dentro da área tecnológica, apesar de alguns saudosistas contestarem, passou. O mundo industrial clama por novas soluções que não agridam o planeta Terra em que “ainda” vivemos. (BAZZO & PEREIRA 2009, p.08).

De acordo com Faria (2011) *“a formação profissional e humana é o grande desafio das instituições de ensino, sobretudo, considerando o contexto atual, onde as empresas demandam por profissionais altamente qualificados, capazes de aumentar seus níveis de produtividade e qualidade, a fim de torná-las competitivas num cenário internacional”* (FARIA, 2011:13).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

O método de pesquisa que será aplicado nesta dissertação é a pesquisa descritiva.

De acordo com (Gil, 2008), as pesquisas descritivas possuem como objetivo a descrição das características de uma população, fenômeno ou de uma experiência.

A contribuição da pesquisa científica descritiva é proporcionar novas visões sobre uma realidade já conhecida, assumindo forma de levantamentos que permitem estabelecer relações de dependências entre variáveis, possibilitando generalizar resultados (GIL, 2008).

Quanto aos procedimentos técnicos para a coleta de dados, foi adotada a pesquisa documental na qual foi feita a relação de dependência de dados coletados a partir de materiais que não receberam tratamento analítico.

Segundo Gil (2008), a pesquisa documental guarda estreita semelhança com a pesquisa bibliográfica. A principal diferença entre as duas é a natureza das fontes: na pesquisa bibliográfica os assuntos abordados recebem contribuições de diversos autores; na pesquisa documental, os materiais utilizados geralmente não receberam ainda tratamento analítico.

Mesmo não havendo relatos da dificuldade do engenheiro de produção atuar no campo da sustentabilidade ambiental, o presente trabalho propõe traçar um paralelo entre as matrizes curriculares e ementas de disciplinas de dois cursos de Engenharia de Produção e as exigências das indústrias químicas na atuação dos engenheiros de produção, com ênfase nos aspectos de sustentabilidade ambiental.

A escolha da matriz curricular do curso de Engenharia de Produção da UFSCAR/ Campus Sorocaba se manifesta devido o plano pedagógico deste curso apresentar o tema da sustentabilidade com relevância quando procura atender a demanda das empresas nacionais e da sociedade incorporando em sua matriz a dimensão econômica, social, cultural, política e ambiental. A dimensão ambiental é considerada quando trata de temas como o uso racional dos recursos naturais, o aproveitamento de resíduos, o reuso e a reciclagem de materiais.

Em relação a escolha da matriz curricular da Engenharia de Produção da EESC/USP o seu plano pedagógico expressa entre os seus objetivos, compreender a interrelação dos sistemas de produção com o meio ambiente, no que se refere a utilização

de recursos escassos quanto à disposição final de resíduos e rejeivos em sintonia com atendimento para a exigência de sustentabilidade.

Segundo os dados da ABIQUIM, o conjunto das suas empresas associadas representa um universo de produtos químicos, com relevância superior a 85% do setor em termos de produção, faturamento líquido e número de empregados.

As necessidades das indústrias químicas, em relação ao conhecimento e atuação do engenheiro de produção quanto a sustentabilidade ambiental, podem ser expressas através dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental (ISA) e estão alinhadas com a gestão da ABIQUIM através do seu programa de Atuação Responsável, elaborado por sua estrutura técnica junto do setor de Assuntos Regulatórios de Meio Ambiente, Inovação e Normas Técnicas.

O programa de Atuação Responsável é uma ética empresarial, compartilhada pelas empresas associadas à ABIQUIM tendo como missão promover o aperfeiçoamento da gestão das empresas químicas brasileiras e de sua cadeia de valor, de forma a assegurar a sustentabilidade ambiental, econômica e social de seus processos e produtos, bem como contribuir para a permanente melhoria da qualidade de vida da sociedade.

A primeira etapa desta pesquisa teve como objetivo a análise das matrizes curriculares e ementas de disciplinas dos cursos de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos e da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo quanto aos aspectos de sustentabilidade ambiental.

Foram analisadas as disciplinas que compõem a matriz curricular do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal, Campus Sorocaba, disponível no site www.sorocaba.usfscar.br/ufscar/curso, acessado em 17 de janeiro de 2013, e a matriz curricular do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, disponível no site www.eesc.usp.br/portaleesc, acessado em 17 de janeiro de 2013. Foram analisadas as disciplinas que apresentam em suas ementas tópicos com conteúdos de conhecimento voltados a sustentabilidade ambiental, dentro do contexto da Engenharia de Produção, de acordo com a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), apresentadas de acordo com os seus respectivos núcleos de disciplinas de conhecimento básico, núcleo de disciplinas de conhecimentos profissionalizantes e formação específica e núcleo de disciplinas optativas.

A segunda etapa foi levantar as necessidades profissionais que as indústrias químicas almejam dos engenheiros de produção quanto aos aspectos de sustentabilidade ambiental. Essas necessidades foram expressas através dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental (ISA), alinhadas com a gestão da Associação Brasileira das Indústrias Químicas (ABIQUIM), disponível no site www.abiquim.org.br/programa, acessado em 02 de abril de 2012 e elaborado por sua estrutura técnica junto do setor de Assuntos Regulatórios de Meio Ambiente, Inovação e Normas Técnicas. Os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental – ISA – que compõem este Sistema de Gestão do Programa Atuação Responsável são compostos dos seguintes aspectos ambientais: Emissões Atmosféricas, Água, Efluentes, Resíduo, Áreas Contaminadas e Energia.

A terceira etapa foi traçar um paralelo entre a necessidade da indústria química através dos indicadores de sustentabilidade ambiental (ISA), da Associação Brasileira das Indústrias Químicas (ABIQUIM) e as matrizes curriculares e ementas de disciplinas do Curso de Graduação do Engenheiro de Produção da Universidade Federal de São Carlos e da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo e estabelecer a sintonia que estes componentes curriculares de aprendizagem oferecem, para os engenheiros de produção dos referidos cursos, atuarem na implantação ou gestão dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental, alinhados com as necessidades da indústria química.

4 RESULTADOS

4.1 Análise das Matrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos e da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, alinhadas quanto aos Aspectos de Sustentabilidade Ambiental.

4.1.1 Análise da Matriz Curricular do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba.

O Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos do Campus de Sorocaba apresenta a seguinte estrutura: o total de carga horária estabelecida é de 4080 horas, distribuídas em 1.230 horas de disciplinas do núcleo de conhecimento básico, 2.370 horas no núcleo de disciplinas profissionalizantes e de formação específica, 150 horas de disciplinas optativas, 180 horas de estágio supervisionado, 120 horas de trabalho de graduação e 30 horas de atividades complementares.

Os graduados de engenharia devem cursar de forma obrigatória a linha de disciplinas tecnológicas comuns com 256 horas curriculares e é orientado a optar por uma das linhas tecnológicas: Produção Florestal ou Produção de Materiais que contém, cada uma, 180 horas curriculares.

Desta forma, o graduado de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, deve cumprir um total de 2370 horas correspondente ao Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica, sendo 1935 de disciplinas essenciais (Tabela 4), 255 horas de disciplinas tecnológicas comuns (Tabela 6) e 180 horas de disciplinas da linha específica composta pela Produção Florestal (Tabela 7) ou Produção de Materiais (Tabela 8).

As atividades acadêmicas do núcleo de conhecimento básico são estabelecidas por um conjunto de 23 disciplinas compostas com os seguintes tópicos: Metodologia Científica, Comunicação e Expressão, Informática, Expressão Gráfica, Matemática,

Física, Fenômenos de Transporte, Mecânica dos Sólidos, Eletricidade Aplicada, Química, Ciência e Tecnologia dos Materiais, Administração, Economia, Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania e Ciências do Ambiente, e segue a resolução do Conselho Nacional de Educação, CNE/CES no11, de 11 de março de 2002, que estabelece que o núcleo de conteúdos básicos deva apresentar cerca de 30% de carga mínima (3600 horas) e são apresentadas na Tabela 1 com as respectivas cargas horárias.

Tabela 1 Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR / Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.

DISCIPLINAS	Horas
Algoritmos e Programação	60
Avaliação de Impactos Ambientais	60
Cálculo Dif. e Integral 1	60
Cálculo Dif. e Integral 2	60
Cálculo Dif. e Integral 3	60
Desenho Técnico	60
Energia e Inst. Elétricas	30
Fenômenos de Transporte	60
Filosofia e Ética	30
Física 1	60
Física 2	60
Física 3	60
Geometria Analítica	60
Introdução à Ciência e Tec. de Materiais	60
Introdução à Economia	60
Introdução á Física Moderna	30
Linguística e Língua Portuguesa	30
Mecânica dos Sólidos	60
Mercados em Competição Imperfeita e Economia Ambiental	60
Metodologia de Pesquisa	60
Produção Sustentável	30
Psicologia das Relações Humanas	60
Química Geral– Teórico/Experimental	60
Total de Horas	1230

As disciplinas do núcleo de conhecimentos básicos estabelecem a estruturação e constituição do desenvolvimento de raciocínio lógico que é básico para a formação

tecnológica do engenheiro. Neste núcleo as disciplinas Avaliação de Impacto Ambiental, Mercados em Competição Imperfeita e Economia Ambiental, Introdução a Ciência e Tecnologia dos Materiais, Energia e Instalações Elétricas, Produção Sustentável e Psicologia das Relações Humanas, que estão apresentadas na Tabela 2, expressam em suas ementas curriculares tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental.

Tabela 2 Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR/Campus Sorocaba, carga horária total das disciplinas e tópicos de sustentabilidade ambiental que são descritos nas respectivas ementas.

DISCIPLINAS	Horas	Tópicos de Sustentabilidade Ambiental em sua Ementa.
Avaliação de Impacto Ambiental	60	Conceitos fundamentais sobre impactos ambientais. Procedimentos e Metodologias de impactos ambientais, sob o enfoque da sustentabilidade.
Mercados em Competição Imperfeita e Economia Ambiental	60	Falhas de Mercado e a Economia Ambiental. Falhas de Mercado que Afetam o Ambiente. Modelando as Soluções para os Problemas Ambientais. Ferramentas Analíticas para o Planejamento Ambiental.
Introdução á Ciência e Tecnologia de Materiais	60	Seleção de Materiais. Ciclo da Vida e Reciclagem de Materiais.
Energia e Instalações Elétricas	60	Introdução às fontes de suprimentos de energia elétrica tradicional e alternativa. Uso Racional de Energia.
Produção Sustentável	30	Temas e/ou Conceitos relevantes e atuais relacionados à Sustentabilidade.
Psicologia das Relações Humanas	60	Dimensão Social da Sustentabilidade promovendo discussões e reflexões sobre bem estar e qualidade de vida dos trabalhadores.
Total de Horas	330	

As disciplinas do núcleo básico que apresentam tópicos alinhados com os conceitos de sustentabilidade ambiental apresentadas na Tabela 3, totalizam 330 horas, o que corresponde a 27,1% do total de horas de disciplinas do núcleo de conhecimento básico da matriz curricular do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba.

As atividades acadêmicas do núcleo de conhecimentos profissionalizantes e de formação específica são estabelecidas por um conjunto de 40 disciplinas, que são consideradas essenciais para a formação do engenheiro de produção e estão alinhadas com a Resolução do Conselho Nacional de Educação, CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002 e contemplam um conjunto de 10 tópicos que compõem subáreas elaboradas pela Comissão de Diretrizes Curriculares da ABEPRO, assim descritas: Gestão da Produção, Gestão da Qualidade, Gestão Econômica, Ergonomia e Segurança do Trabalho, Pesquisa Operacional, Gestão de Produto, Pesquisa Operacional, Gestão Estratégica e Organizacional, Gestão do Conhecimento Organizacional, Educação em Engenharia de Produção e Gestão Ambiental (Tabela 3).

Tabela 3 Disciplinas essenciais do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica da UFSCAR / Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.

DISCIPLINAS	Horas
Administração e Operações de Serviços	30
Avaliação de Investimentos	45
Contabilidade Básica	30
Controle Estatístico de Processo	60
Custos Gerenciais	30
Desenvolvimento de Planos de Negócio	60
Ergonomia	60
Estratégia de Produção	60
Finanças Corporativas	45
Gerenciamento de Projetos	30
Gestão da Cadeia de Suprimentos	60
Gestão da Qualidade	45
Introdução a Engenharia de Produção	30
Introdução ao Estudo das Organizações	30
Logística Empresarial	45
Marketing	45
Métodos e Ferramentas de Controle e Melhoria da Qualidade	60

CONTINUAÇÃO Disciplinas essenciais do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica da UFSCAR / Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.

Métodos Estatísticos Aplicados a Engenharia de Produção	60
Organização do Trabalho	60
Pesquisa Operacional 1	45
Pesquisa Operacional 2	45
Planejamento e Controle da Produção 1	45
Planejamento e Controle da Produção 2	45
Práticas de Engenharia de Produção 1	60
Práticas de Engenharia de Produção 2	60
Práticas de Engenharia de Produção 3	60
Princípios de Operação Logística	60
Projetos de Instalações Produtivas	60
Projeto do Trabalho	45
Projeto e Desenvolvimento de Produtos e Processos Sustentáveis	60
Simulação de Sistemas	60
Sistemas de Informação	60
Sistemas de Produção	60
Teoria das Organizações	45
Tópicos em Pesquisa Operacional	45
Tópicos em Planejamento e Controle da Produção	30
Tópicos Especiais em Gestão da Inovação Tecnológica	30
Tópicos Especiais em Gestão da produção	30
Tópicos Especiais em Gestão Estratégicas e Organizacionais	30
Total de Horas	1935

As disciplinas essenciais que fazem parte núcleo de conhecimentos profissionalizante como Introdução à Engenharia de Produção, Sistemas de Produção, Práticas de Engenharia de Produção 1, Sistemas de Produção, Práticas de Engenharia de Produção 2, Práticas de Engenharia de Produção 3, Organização do Trabalho, Projeto e Desenvolvimento de Produção e Produtos Sustentáveis e Processos Químicos Industriais, apresentadas na Tabela 4, expressam em suas ementas curriculares tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental.

Tabela 4 Disciplinas essenciais do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR / Campus Sorocaba, carga horária total das disciplinas e tópicos de sustentabilidade ambiental que são descritos nas respectivas ementas.

DISCIPLINAS	Horas	Tópicos de Sustentabilidade Ambiental em sua Ementa.
Introdução à Engenharia de Produção	30	Enfoque da Sustentabilidade praticado pela Engenharia de Produção: práticas de planejamento e controle, controle de sistemas de produção limpa, desenvolvimento de produtos sustentáveis e responsabilidade social corporativa.
Sistemas de produção	60	Discussão e apresentação dos diversos sistemas de produção e a relação com arranjo físico e tecnologias de processos encontradas nos ambientes produtivos. Tecnologia de Produção mais limpa.
Práticas de Engenharia de Produção 1	60	Integrar e Aplicar conhecimentos obtidos nas diferentes disciplinas de Engenharia de Produção, para solucionar problemas por meio de desenvolvimento de projetos, podendo contemplar a temática da sustentabilidade.
Organização do Trabalho	45	Análise de problemas reais da organização do trabalho na produção, buscando refletir sobre soluções que levem em consideração os aspectos éticos, humanos, econômicos e sociais.
Projeto e Desenvolvimento de Produção e Processos Sustentáveis.	60	Produção mais Limpa, Análise do Ciclo da Vida e Produtos Sustentáveis
Práticas de Engenharia de Produção 2	60	Integrar e Aplicar conhecimentos obtidos nas diferentes disciplinas de Engenharia de Produção, para solucionar problemas por meio de desenvolvimento de projetos, podendo contemplar a temática da sustentabilidade.
Práticas de Engenharia de Produção 3	60	Integrar e Aplicar conhecimentos obtidos nas diferentes disciplinas de Engenharia de Produção, para solucionar problemas por meio de desenvolvimento de projetos, podendo contemplar a temática da sustentabilidade.
Total de Horas	375	

Este grupo de disciplinas essenciais do núcleo de conhecimentos profissionalizantes e de formação específica, apresentado na tabela 4, totaliza 375 horas correspondem a 15,8% do total de horas de disciplinas do núcleo de conhecimentos profissionalizantes e de formação específica da matriz curricular do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba.

Além das disciplinas apresentadas nas Tabelas 3 e 4 consideradas essenciais para a graduação do Engenheiro de Produção, o núcleo de conhecimentos profissionalizantes e de formação específica inclui também as disciplinas chamadas tecnológicas. Este grupo de disciplinas tecnológicas é apresentado em três agrupamentos de disciplinas chamadas de linha tecnológica comum, linha tecnológica de Produção Florestal e linha tecnológica de Produção da Madeira.

Essas três linhas tecnológicas procuram oferecer aos alunos de graduação os conhecimentos técnicos fundamentais e específicos para o entendimento adequado dos vários tipos de sistemas de produção, dando condição à análise e intervenção do engenheiro no projeto e operação desses sistemas.

O Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, estabelece como disciplinas tecnológicas comuns a todos os estudantes de graduação as disciplinas de Química Orgânica Teórico/Experimental, Mecânica Aplicada, Processos Químicos Industriais, Automação Industrial e Operações Unitárias que são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 Disciplinas Tecnológicas Comuns, pertencentes ao núcleo de disciplinas do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica da UFSCAR / Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.

DISCIPLINAS	Horas
Automação Industrial	60
Mecânica Aplicada	60
Operações Unitárias	30
Processos Químicos Industriais	45
Química Orgânica – Teórico / Experimental	60
Total de Horas	255

O Núcleo de conhecimentos profissionalizante e de formação específica apresenta somente a disciplina Processos Químicos Industriais com tópicos de sustentabilidade ambiental em sua ementa. A ementa desta disciplina apresenta noções sobre processos químicos e equipamentos mais utilizados em indústrias químicas, ênfase em responsabilidade ambiental focando menor geração de resíduos, e a importância de retorná-los ao processo, reaproveitá-los ou tratá-los; noções sobre

tratamento de água e efluentes industriais; disposição de resíduos em aterros sanitários; indústrias de polímeros e reciclagem; indústrias de borracha e reutilização; indústrias de óleos, gorduras, ceras, e biodiesel; indústrias de sabões e detergentes; indústrias de álcool; indústria de açúcar e indústrias de polpas celulósicas.

A disciplina Processos Químicos Industriais, por ser uma disciplina tecnológica comum pertencente ao núcleo de conhecimentos profissionalizantes e formação específica, é obrigatória a todos os alunos de graduação do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba e visa como objetivo central, proporcionar ao estudante de graduação conhecimento geral sobre conceitos relacionados a alguns processos químicos utilizados em indústrias e tratamento de resíduos relacionados, dando ênfase ao desenvolvimento do conceito de responsabilidade ambiental, focando a necessidade de se procurar empregar processos químicos que promovam menor geração de resíduos e a importância de retorná-los ao processo, reaproveitá-los e/ou, tratá-los.

Esta disciplina apresenta tópicos em sintonia com os conceitos de sustentabilidade ambiental, tem 30 horas, o que corresponde a 1,3%, tomando como base às 2370 horas totais do núcleo disciplinas de conhecimentos profissionalizantes e formação específica da matriz curricular do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba.

As disciplinas da linha tecnológica de Produção Florestal, pertencente ao núcleo de disciplinas profissionalizantes e de formação específica, são: Florestas de Produção, Industrialização de Produtos Florestais, Tecnologia da Madeira e Tópicos em Processamento da Madeira, não apresentaram em suas respectivas ementas curriculares, nenhuma citação específica que demonstre sua contribuição para observância de algum tema relacionado com a sustentabilidade ambiental (Tabela 6).

Estas disciplinas têm como objetivo fornecer ao estudante de graduação os conhecimentos técnicos requeridos para compreensão adequada do processo de Produção Florestal, além de possibilitar a intervenção do profissional no projeto e operação desse sistema.

Tabela 6 Disciplinas Tecnológicas da linha de Produção da Madeira, pertencentes ao Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de formação específica da UFSCAR/Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.

DISCIPLINAS	Horas
Florestas de Produção	30
Industrialização de Produtos Florestal	60
Tecnologia da Madeira	60
Tópicos em Processamento da Madeira	30
Total de Horas	180

De acordo com as diretrizes curriculares da área de graduação de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, o estudante deve optar por cursar das 180 horas oferecidas por esta linha de disciplinas tecnológicas referentes à linha tecnológica de Produção da Madeira 90 horas curriculares.

As disciplinas tecnológicas da linha de Produção de Materiais, pertencente ao núcleo de disciplinas profissionalizantes e de formação específica e, são formadas por: Materiais Compósitos e Cerâmica, Materiais Metálicos para Engenharia, Processos de Fabricação de Produtos Metálicos, Tecnologia de Polímeros e estão apresentadas na Tabela 7.

Estas disciplinas têm como objetivo fornecer ao estudante de graduação os conhecimentos técnicos requeridos para compreensão adequada do processo de Produção de Materiais, além de possibilitar a intervenção do profissional no projeto e operação desse sistema.

Tabela 7 Disciplinas Tecnológicas da linha de Produção de Materiais, pertencentes ao núcleo de disciplinas do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica da UFSCAR/Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.

DISCIPLINAS	Horas
Materiais Compósitos e Cerâmica	60
Materiais Metálicos para Engenharia	30
Processos de Fabricação de Produtos Metálicos	30
Tecnologia de Polímeros	60
Total de Horas	180

As disciplinas da linha tecnológica de Produção de Materiais, pertencente ao núcleo de disciplinas profissionalizantes e de formação específica, não apresentaram em suas respectivas ementas curriculares, nenhuma citação específica que demonstre sua contribuição para observância de algum tema relacionado com a sustentabilidade ambiental.

De acordo com o Plano Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, o estudante deve optar por cursar, das 180 horas oferecidas por esta linha de disciplinas tecnológicas referentes à linha tecnológica de Produção da Madeira, 90 horas curriculares.

As atividades acadêmicas do núcleo de conhecimentos profissionalizantes e de formação específicas são compostas pelas disciplinas tecnológicas essenciais, com 1935 horas obrigatórias a serem cursadas; as disciplinas da linha tecnológica comum, com 255 horas obrigatórias a serem cursadas; as disciplinas da linha tecnológica da Produção Florestal, com 180 horas, onde 90 horas devem ser cursadas de forma obrigatória e as disciplinas da linha tecnológica de Materiais com 180 horas, sendo que 90 horas devem ser cursadas.

A somatória totaliza 2370 horas a serem cursadas no Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, distribuídas da seguinte forma: 375 horas (15,8%) de disciplinas essenciais, 30 horas (1,2%) de disciplinas tecnológicas comuns, apresentando nenhuma hora de disciplinas tecnológicas da linha de Produção Florestais e nenhuma hora de disciplinas tecnológicas da linha de produção de Materiais.

Deste total de carga, 405 horas (17,0%) apresentam, através de suas respectivas ementas curriculares, sintonia com tópicos a respeito do tema sustentabilidade ambiental correspondente ao núcleo de conhecimentos profissionalizantes e de formação específicas da matriz curricular do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, relativas às disciplinas essenciais e as disciplinas tecnológicas comuns.

As disciplinas optativas, no Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, correspondem a uma carga mínima de 150 horas curriculares e devem estar obrigatoriamente alinhadas com os conteúdos curriculares das disciplinas que compõem o núcleo de conhecimento básico, apresentado na Tabela 1, e o núcleo de conhecimentos profissionalizantes e específicos, apresentado nas Tabelas 3, 5, e 7, bem como, devem representar uma complementação e

um aprofundamento das disciplinas obrigatórias apresentadas no conjunto de 10 tópicos que compõem subáreas elaboradas pela Comissão de Diretrizes Curriculares da ABEPRO.

De acordo com as diretrizes acadêmicas do curso a partir do sétimo semestre de graduação o estudante passa a cursar as disciplinas optativas no sentido de cumprir uma carga mínima de 150 horas curriculares. Desta forma, é solicitado ao estudante cumprir uma disciplina optativa de 30 horas no sétimo semestre, uma ou duas disciplinas optativas no período do oitavo semestre totalizando no mínimo 60 horas, uma disciplina optativa de 30 horas no nono semestre e uma disciplina de 30 horas no décimo semestre.

A Tabela 8 apresenta o grupo de disciplinas optativas que podem ser oferecidas e cabe ao Conselho de Curso avaliar a oferta e a manutenção dessas disciplinas com base no interesse dos graduados, a pertinência e a atualidade dos temas tratados.

Tabela 8 Disciplinas Optativas da UFSCAR / Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.

DISCIPLINAS	Horas
Análise de Decisão	30
Aproveitamento de Resíduos	30
Coordenação da Qualidade em Cadeia Produtiva	30
Dinâmica de Sistemas	30
Empreendedorismo na Sociedade Contemporânea	60
Gestão da Manutenção	30
Gestão da Tecnologia da Informação	30
Gestão da Caracterização de Embalagens	30
Gestão de Pequenas Empresas	30
Gestão de Riscos Operacionais	30
Inovação Tecnológica e Desenvolvimento Regional	60
Introdução à Língua Brasileira dos Sinais	30
Jogos Empresariais	30
Mercado Financeiro	30

CONTINUAÇÃO Disciplinas Optativas da UFSCAR / Campus Sorocaba e respectivas cargas horárias.

Planejamento e Controle de Operações Agrícolas e Florestais	30
Planejamento de Melhoria de Processos	30
Programação e Sequenciamento da Produção	30
Redes de Cooperação Produtiva	30
Séries e Equações Direcionais Ordinárias	60
Simulação Humana	30
Tecnologia Computacional Gráfica Aplicada em Engenharia de Produção	60
Teoria da Decisão	30
Tópicos Avançados em Planejamento da Qualidade	30
Total de Horas	810

Não foi possível avaliar as ementas das disciplinas optativas apresentadas na Tabela 8 visto que as mesmas não estão disponíveis. As disciplinas de Aproveitamento de Resíduos, Gestão de Riscos Operacionais e Planejamento de Melhoria de Processos através de suas nomenclaturas devem apresentar tópicos em sintonia com os aspectos de sustentabilidade ambiental e representam um total de 90 horas.

4.1.2 Análise da Matriz Curricular do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,

O Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - EESC-USP - apresenta a seguinte estrutura para sua matriz curricular: o total de carga horária estabelecida é de 4.335 horas distribuídas em 4005 horas obrigatórias compostas pelas disciplinas do núcleo de conhecimento básico e pelo núcleo de disciplinas profissionalizantes, 120 horas de disciplinas optativas e 210 horas de atividade de estágio.

As atividades acadêmicas do núcleo de conhecimento básico são estabelecidas por um conjunto de 34 disciplinas: Física I, Física II, Laboratório de Física Geral I, Laboratório de Física Geral II, Introdução à Ciência da Computação, Introdução à Engenharia de Produção, Geometria Analítica, Cálculo I, Cálculo II, Abordagem para a Identificação e Solução de Problemas de Engenharia de Produção, Álgebra Linear, Química Geral e Tecnológica I, Química Geral e Tecnológica II, Linguagem de Programação e Aplicações, Laboratório de Química Geral e Tecnológica, Princípios de Metodologia Industrial, Estatística Aplicada as Máquinas, Desenho Técnico Mecânico I, Desenho Técnico Mecânico II, Formação do Pensamento Administrativo, Métodos Numéricos para Engenharia I, Métodos Numéricos para Engenharia II, Estatística I, Engenharia e Ciência do Material I, Engenharia e Ciência do Material II, Humanidades e Ciências Sociais, Eletricidade I, Dinâmica Aplicada as Máquinas, Sistemas de Informação, Mecânica dos Sólidos I, Mecânica dos Sólidos II, Equações Diferenciais Ordinárias e Fundamentos Termodinâmicos e segue a resolução do Conselho Nacional de Educação, CNE/CES nº11, de 11 de março de 2002, que estabelece que o núcleo de conteúdos básicos deve apresentar cerca de 30% de carga mínima (3600 horas), ora apresentadas na Tabela 09.

Tabela 9 Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico do Curso de Engenharia de Produção da EESC - USP e respectivas cargas horárias.

DISCIPLINAS	Horas
Física I	90
Laboratório de Física Geral I	30
Introdução à Ciência da Computação	90
Introdução a Engenharia de Produção	30
Geometria Analítica	60
Cálculo I	90
Química Geral e Tecnologia I	45
Física II	90
Laboratório de Física Geral II	30
Abordagem para a Identificação e Solução de Problemas e Engenharia de Produção	60
Álgebra Linear	60
Cálculo II	90
Laboratório de Química Geral e Tecnológica	45
Linguagem de Programação e Aplicação	30

CONTINUAÇÃO Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico do Curso de Engenharia de Produção da EESC - USP e respectivas cargas horárias.

Química Geral e Tecnológica II	45
Princípios de Metodologia Industrial	90
Estatística Aplicada as Máquinas	60
Desenho Técnico Mecânico I	60
Formação do Pensamento Administrativo	60
Cálculo II	60
Cálculos Numéricos para Engenharia I	45
Estatística I	60
Engenharia e Ciência dos Materiais I	60
Humanidades e Ciências Sociais	30
Eletricidade I	60
Dinâmica Aplicada as Máquinas	60
Desenho Técnico Mecânico II	60
Sistemas de Informação	60
Mecânica dos Sólidos I	60
Métodos Numéricos para Engenharia II	45
Engenharia e Ciência dos Materiais	60
Mecânica dos Sólidos II	60
Equações Diferenciais Ordinárias	60
Fundamentos Termodinâmicos	60
Total de Horas	1995

As disciplinas do núcleo de conhecimentos básicos estabelecem a estruturação e constituição do desenvolvimento de raciocínio lógico, que é básico para a formação tecnológica do engenheiro. Neste núcleo, a disciplina de Humanidades e Ciência Social é apresentada na Tabela 10 e expressa em sua ementa curricular tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental.

Tabela 10 Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Produção de São Carlos–USP, carga horária total das disciplinas e tópicos de sustentabilidade ambiental que são descritos nas respectivas ementas.

DISCIPLINAS	Horas	Tópicos de Sustentabilidade Ambiental em sua Ementa.
Humanidades e Ciência Social	30	Abordagem sobre questões da técnica nas sociedades contemporâneas a partir da ótica das artes, das ciências sociais e da filosofia. O novo Fundamentalismo. Questão Ambiental. Capital, Estado e Meio Ambiente
Total de Horas	30	

Este grupo de disciplinas apresentado na Tabela 10 totaliza 30 horas que apresentam tópicos alinhados com os conceitos de sustentabilidade ambiental através do conteúdo expresso em suas respectivas ementas curriculares e, estas horas correspondem a 1,5% do total de horas curriculares estabelecidas na matriz curricular do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

As atividades acadêmicas do núcleo de conhecimentos profissionalizantes e de formação específicas são estabelecidas por um conjunto de 25 disciplinas que são consideradas essenciais para a formação do engenheiro de produção e estão alinhadas com a Resolução do Conselho Nacional de Educação, CNE/CES nº11, de 11 de março de 2002, e contemplam um conjunto de 10 tópicos que compõem subáreas elaboradas pela Comissão de Diretrizes Curriculares da ABEPRO assim descritas: Engenharia de Fabricação Mecânica, Práticas em Processo de Fabricação Mecânica, Administração de Recursos Humanos Aplicada à Engenharia de Produção, Economia da Produção, Engenharia de Fabricação Metalúrgica, Dimensionamento de Elementos Mecânicos, Controle Estatístico da Qualidade, Pesquisa Operacional I, Projetos de Investimento, Fenômenos de Transporte para a Engenharia de Produção, Projeto e Operação de Produção, Gestão da Qualidade 1, Pesquisa Operacional II, Projeto do Trabalho e Ergonomia, Engenharia do Ciclo da Vida, Sistemas de Transporte de Fluidos, Processo de Desenvolvimento do Produto, Projeto da Fábrica, Planejamento e Controle da produção, Sistemas de Apoio à Decisão, Custos Industriais e Orçamento, Trabalho de Conclusão de Curso I, Logística Integrada, Trabalho de Conclusão de Curso II, Gestão da Qualidade, apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 Disciplinas essenciais do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica do Curso de Engenharia de Produção da EESC - USP e respectivas cargas horárias.

DISCIPLINAS	Horas
Engenharia de Fabricação Mecânica	60
Práticas em Processo de Fabricação Mecânica.	60
Administração de Recursos Humanos Aplicada à Engenharia de Produção	60
Economia da Produção	120
Engenharia de Fabricação Metalúrgica	60
Dimensionamentos de Elementos Mecânicos	45
Controle Estatístico da Qualidade	105
Pesquisa Operacional I	60
Projetos de Investimento	120
Fenômenos de Transporte para a Engenharia de Produção	60
Projeto e Operação de Produção	60
Gestão da Qualidade I	90
Pesquisa Operacional II	60
Projeto do Trabalho e Ergonomia	120
Engenharia do Ciclo da Vida	60
Sistemas de Transporte de Fluídos	30
Processo de Desenvolvimento do Produto	120
Projeto da Fábrica	75
Planejamento e Controle da Produção	60
Sistemas de Apoio à Decisão	90
Custos Industriais e Orçamento	60
Trabalho de Conclusão de Curso I	150
Logística Integrada	45
Trabalho de Conclusão de Curso II	150
Gestão da Qualidade	90
Total de Horas	2010

As disciplinas essenciais, que fazem parte Núcleo de Conhecimentos Profissionalizante e de Formação Específica como Projetos de Investimento, Gestão da Qualidade I, Gestão da Qualidade II e Engenharia do Ciclo da Vida apresentadas na Tabela 12, expressam em suas ementas curriculares tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental.

Tabela 12 Disciplinas essenciais do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizante e de Formação Específica com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos USP, carga horária total das disciplinas e tópicos de sustentabilidade ambiental que são descritos nas respectivas ementas.

DISCIPLINAS	Horas	Tópicos de Sustentabilidade Ambiental em sua Ementa.
Projetos de Investimento	120	Estudo de Mercado, tamanho e localização do projeto, custos e receitas e responsabilidade socioambiental. Avaliação de retorno econômico e avaliação de retorno social.
Gestão da Qualidade I	90	Introduzir os conceitos de gestão da qualidade e sistemas de gestão de qualidade Industrial. Sistema de Gestão Ambiental – ISO 14001.
Engenharia do Ciclo da Vida	60	Desenvolver competências para a gestão do ciclo de vida do produto. Redução dos impactos ambientais negativos desde a extração da matéria prima até o reuso e disposição final do produto, considerando o progresso econômico e social.
Gestão da Qualidade II	90	Visão geral dos métodos e técnicas de gestão da qualidade no ciclo de vida de produto.
Total de Horas	360	

Este grupo de disciplinas, apresentado na Tabela 12, totaliza 360 horas que apresentam tópicos alinhados com os conceitos de sustentabilidade ambiental, através do conteúdo expresso nas respectivas ementas curriculares, e estas horas correspondem a 8,3% do total de horas estabelecidas na matriz curricular do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

As disciplinas Optativas no Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo correspondem a uma carga mínima de 120 horas curriculares, oferecidas a partir do segundo semestre do curso de graduação e devem estar obrigatoriamente alinhadas com os conteúdos curriculares das disciplinas que compõem o núcleo de conhecimento básico, apresentadas na Tabela 08,

e as disciplinas que compõem o núcleo de conhecimentos profissionalizantes e específicos, apresentadas na Tabela 10, bem como devem representar uma complementação e um aprofundamento das disciplinas obrigatórias apresentadas no conjunto de 10 tópicos que compõem subáreas elaboradas pela Comissão de Diretrizes Curriculares da ABEPRO, assim descritas: Introdução a Mecânica Automobilística, Projeto Extensão Universitária, Introdução ao Rendering Automobilístico, Introdução ao Design Automobilístico, Metodologia da Pesquisa em Engenharia de Produção, Visitas Técnicas em Engenharia de Produção I, Seminários em Engenharia de Produção I, Aplicação do Pensamento Administrativo, Organização da Manufatura e Competitividade, Tecnologia Aplicada na Competição Automotiva, Visitas Técnicas em Engenharia de Produção II, Seminário em Engenharia de Produção II, Processo Estratégico, Automação nos Sistemas de Manufatura, Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos, Mecânica de Auto Veículos I, Gestão da Mudança Cultura Organizacional e Liderança, Ergonomia Aplicada ao Projeto de Produção Industrial, Gestão de Pequenas Empresas, Gestão da Tecnologia da Informação, Mecânica de Auto Veículos II, Elementos de Máquinas III, Certificações, Práticas e Jogos em Gestão da Cadeia de Valor, Pesquisa Operacional IV, Suspensões Veiculares, procedimentos de Materiais VIII: Soldagem, Projeto e Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos, Gestão da Armazenagem, Finanças, Corrosão Metálica e Projeto Assistido por Computador.

A Tabela 13 apresenta o grupo de disciplinas optativas que podem ser oferecidas e cabem ao Conselho de Curso avaliar a oferta e a manutenção dessas disciplinas com base no interesse dos graduandos a pertinência e a atualidade dos temas tratados.

Tabela 13 Disciplinas Optativas do Curso de Engenharia de Produção da EESC - USP e respectivas cargas horárias.

DISCIPLINAS	Horas
Introdução a Mecânica Automobilística	60
Projeto Extensão Universitária	60
Introdução ao Rendering Automotivo	120
Introdução ao Design Automobilístico	120
Metodologia da Pesquisa Científica em Engenharia de Produção	90
Visitas Técnicas em Engenharia de Produção I	60
Seminários em Engenharia de Produção I	60

CONTINUAÇÃO Disciplinas Optativas do Curso de Engenharia de Produção da EESC - USP e respectivas cargas horárias.

Aplicações do Pensamento Administrativo	60
Organização da Manufatura e Competitividade	60
Tecnologia Aplicada na Competição Automotiva	60
Visitas Técnicas em Engenharia da Produção II	60
Seminário em Engenharia da Produção II	60
Processo Estratégico	60
Automação nos Sistemas de Manufatura	60
Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos	45
Mecânica de Auto Veículos I	60
Gestão da Mudança, Cultura Organizacional e Liderança	75
Ergonomia Aplicada ao Projeto de Produção Industrial	60
Gestão de Pequenas Empresas	60
Gestão da Tecnologia da Informação	90
Mecânica de Auto Veículos II	75
Certificações, Práticas e Jogos em Gestão da Cadeia de Valor	90
Elementos de Máquinas III	75
Pesquisa Operacional IV	60
Suspensões Veiculares	75
Procedimento de Materiais VIII: Soldagem	45
Projeto e Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos	60
Gestão da Armazenagem	60
Finanças	60
Corrosão Metálica	60
Projeto Assistido por Computador	45
Total de Horas	2115

As disciplinas Optativas Visitas Técnicas em Engenharia de Produção I, Seminário em Engenharia de Produção I, Visitas Técnicas em Engenharia de Produção II, Seminário em Engenharia de Produção II, Processo Estratégico, Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos e Certificações, Práticas e Jogos em Gestão da Cadeia de Valor apresentadas na Tabela 14, expressam em suas ementas curriculares tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental.

Tabela 14 Disciplinas Optativas com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos–USP, carga horária total das disciplinas e tópicos de sustentabilidade ambiental que são descritos nas respectivas ementas.

DISCIPLINAS	Horas	Tópicos de Sustentabilidade Ambiental em sua Ementa.
Visitas Técnicas em Engenharia de Produção I	60	Possibilita o conhecimento e a compreensão de práticas empresariais e organizacionais relacionadas às subáreas da Engenharia de Produção como a gestão ambiental
Seminários em Engenharia de Produção I	60	Possibilita o conhecimento e a compreensão de práticas empresariais e organizacionais relacionadas às subáreas da Engenharia de Produção como a gestão ambiental
Visitas Técnicas em Engenharia de Produção II	60	Possibilita o conhecimento e a compreensão de práticas empresariais e organizacionais relacionadas às subáreas da Engenharia de Produção como a gestão ambiental
Seminários em Engenharia de Produção II	60	Possibilita o conhecimento e a compreensão de práticas empresariais e organizacionais relacionadas às subáreas da Engenharia de Produção como a gestão ambiental
Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos	45	Desenvolve competências para a escolha das soluções mais viáveis para tratamento de resíduos sólidos, levando em consideração os aspectos técnicos, econômicos e legais.
Ergonomia Aplicada ao Projetos Industriais	60	Apresenta os conhecimentos da área de ergonomia aplicados ao desenvolvimento de produtos industriais associando com os aspectos, fatores e condições ambientais.
Certificações, Práticas e Jogos em Gestão da Cadeia de Valor	90	Apresenta os conhecimentos dos conceitos e ferramentas em Gestão da Cadeia de Valor promovidas por certificações profissionais
Total de Horas	420	

As disciplinas referidas na Tabela 14 totalizam 420 horas que apresentam tópicos alinhados com os conceitos de sustentabilidade ambiental através do conteúdo

expresso em suas respectivas ementas curriculares e, estas horas correspondem a 9,7% do total de horas estabelecidas na matriz curricular do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

4.2 Necessidades das Indústrias Químicas quanto aos Aspectos da Sustentabilidade Ambiental

Esta etapa da pesquisa apresenta, na forma de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental (ISA), as necessidades profissionais que as indústrias químicas, através da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), faz aos engenheiros quanto aos aspectos de sustentabilidade ambiental.

Segundo os dados da ABIQUIM, o conjunto das suas empresas associadas representa um universo de produtos químicos, com relevância superior a 85% do setor em termos de produção, faturamento líquido e número de empregados.

As necessidades das indústrias químicas, em relação ao conhecimento e atuação do engenheiro de produção quanto a sustentabilidade ambiental, podem ser expressas através dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental (ISA) e estão alinhadas com a gestão da ABIQUIM através do seu programa de Atuação Responsável, elaborado por sua estrutura técnica junto do setor de Assuntos Regulatórios de Meio Ambiente, Inovação e Normas Técnicas.

O programa de Atuação Responsável é uma ética empresarial, compartilhada pelas empresas associadas à ABIQUIM tendo como missão promover o aperfeiçoamento da gestão das empresas químicas brasileiras e de sua cadeia de valor, de forma a assegurar a sustentabilidade ambiental, econômica e social de seus processos e produtos, bem como contribuir para a permanente melhoria da qualidade de vida da sociedade. Estabelece os requisitos classificados como indispensáveis e complementares, que ao serem incorporados ao sistema de gestão das empresas, considerando sua estrutura e cultura, permitirão o atendimento ao Programa de AR de forma eficaz e comprovável.

Os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental – ISA – que compõem este Sistema de Gestão do Programa Atuação Responsável são compostos dos seguintes

aspectos ambientais: Emissões Atmosféricas, Água, Efluentes, Resíduo, Áreas Contaminadas e Energia.

Segundo Asbahr (2007), “os indicadores ambientais são numerosos e comumente agrupados em: consumo de energia (uso de carvão, gás natural, óleo combustível, óleo diesel, fonte renovável, energia elétrica etc.), consumo de matérias primas (total, exceto combustíveis e água); por tipo de matérias primas; por fonte, se renováveis, não-renováveis ou reciclados; consumo de recursos naturais (água, minerais, madeira e outros; por fonte, se renováveis, não renováveis ou reciclados; consumo de água incorporada ao produto, se subterrânea, superficial ou salgada, e medida para reduzir o consumo); geração de poluentes (emissão atmosféricas, por tipo de fontes, em toneladas de material particulado, CO, CO₂, NO₂, SO₂, metais, matérias voláteis e outras, indicando os sistemas de controle implantados; efluentes líquidos, sólidos gerados, indicando por tipo, a quantidade, a classe, o tratamento e a disposição adotada, se reciclagem, comercialização, incineração. Armazenamento, aterro industrial, ou outra forma)”. (p.9)

Os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental - ISA - relativos aos aspectos de Emissões Atmosféricas são divididos nos seguintes tópicos:

ISA 1. Emissões de Óxido de Nitrogênio, Emissões de Óxido de Enxofre e Material Particulado.

ISA 2. Emissões de Gases de Efeito Estufa.

ISA 3. Emissões de Gases Destruidores da Camada de Ozônio.

ISA 4. Emissões de CO.

ISA 5. Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis.

Os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental - ISA - relativos ao aspecto Água são divididos nos seguintes tópicos:

ISA 6. Total de água consumida pela Organização.

ISA 7. Volume Total de Água Reciclada e Reutilizada.

Os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental – ISA - relativos ao aspecto ambiental Efluente são divididos nos seguintes tópicos:

ISA 8. Descarte Total e Destinação do Efluente

ISA 9. Qualidade da Água Descartada- Proteção do Meio Aquático.

Os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental - ISA - relativos ao aspecto Resíduo apresentado o seguinte tópico:

ISA 10. Total de Resíduos, por Classificação e Destinação.

Os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental - ISA - relativo ao aspecto Área Contaminada divide-se nos seguintes tópicos:

ISA 11. Total de Áreas Contaminadas com e sem Processo de Remediação.

ISA 12. Total de Áreas com Monitoramento Preventivo.

Os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental - ISA - relativos ao aspecto Energia apresenta o seguinte tópico:

ISA 13. Energia Direta e Indireta.

4.3 Paralelo entre os indicadores de sustentabilidade ambiental (ISA) da ABIQUIM e as matrizes curriculares das disciplinas do curso de graduação do engenheiro de produção da Universidade Federal de São Carlos e da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo

A competência de conhecimento que se estabelece para a caracterização e compreensão do paralelo entre as necessidades da indústria química através dos Indicadores de Sustentabilidade apresentados pela gestão da ABIQUIM, no seu programa de Atuação Responsável e as disciplinas com tópicos de sustentabilidade ambiental expressos em suas ementas do curso de graduação do engenheiro de produção da Universidade Federal de São Carlos reativas ao núcleo de disciplinas básicas, são aprestandas na tabela 15.

Tabela 15 Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR/Campus Sorocaba, alinhadas com os indicadores de sustentabilidade ISA da ABIQUIM

DISCIPLINAS / Carga horária (H) / Semestre	ISA / Aspecto Ambiental	Tópicos de Sustentabilidade Ambiental em sua Ementa.
Avaliação de Impacto Ambiental / 60 / 2°	ISA 1,2,3,4e5 / Emissão Atmosférica. ISA 6 e 7 / Água. ISA 8 e 9 / Efluentes Destinação e Descarte.	Conceitos fundamentais sobre impactos ambientais. Procedimentos e Metodologias de impactos ambientais, sob o enfoque da sustentabilidade.

CONTINUAÇÃO Disciplinas do Núcleo de Conhecimento Básico com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR/Campus Sorocaba, alinhadas com os indicadores de sustentabilidade ISA da ABIQUIM

Introdução à Ciência e Tec. de Materiais / 60 / 3°	ISA 10 / Resíduos, Classificação e Destino	Seleção de Materiais. Ciclo da Vida e Reciclagem de Materiais.
Energia e Instalações Elétricas / 60 / 4°	ISA 13 / Energia	Introdução às fontes de suprimentos de energia elétrica tradicional e alternativa. Uso Racional de Energia.

A disciplina Processos Químicos Industriais, por ser uma disciplina tecnológica comum pertencente ao Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e Formação Específica, apresenta em sua ementa obrigatória a todos os alunos de graduação do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba um alinhamento com os indicadores ambientais ISA da ABIQUIM, apresentados na tabela 16.

Tabela 16 Disciplina comum do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica, com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da UFSCAR / Campus Sorocaba, alinhada com os indicadores de sustentabilidade ISA da ABIQUIM

DISCIPLINA / Carga Horária (H) / Semestre	ISA / Aspecto Ambiental	Tópicos de Sustentabilidade Ambiental em sua Ementa.
Processos Químicos Industriais / 30 / 4°	ISA 1,2,3,4 e 5 / Emissão Atmosférica. ISA 6 e 7 / Água. ISA 8 e 9 / Efluentes Destinação e Descarte. ISA 10 / Resíduos, Classificação e Destino ISA 11 e 12 / Área Contaminada	Noções sobre processos químicos e Equipamentos mais utilizados em indústrias químicas, ênfase em responsabilidade ambiental focando menor geração de resíduos, e a importância de retorná-los ao processo, reaproveitá-los/tratá-los. Noções sobre tratamento de água e efluentes industriais. Disposição de resíduos em aterros sanitários. Indústrias de Polímeros e reciclagem. Indústrias de Fibras e Películas. Indústrias da borracha e reutilização. Indústrias de óleos, gorduras, ceras e biodiesel. Indústrias de sabões e detergentes. Indústrias de álcool. Indústria do Açúcar. Indústrias de polpas celulósicas

No Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos–USP apresentam no Núcleo de Conhecimentos Profissionalizante e de Formação Específica disciplinas com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental alinhados com os indicadores de sustentabilidade ambiental (ISA) da ABIQUIM e são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 Disciplinas do Núcleo de Conhecimentos Profissionalizante e de Formação Específica com tópicos relativos ao tema de sustentabilidade ambiental do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos USP, alinhadas com os indicadores de sustentabilidade ISA da ABIQUIM

DISCIPLINAS / Carga Horária (H) / Semestre	ISA / Aspecto Ambiental	Tópicos de Sustentabilidade Ambiental em sua Ementa.
Gestão da Qualidade I / 90 / 7°	ISA 1,2,3,4 e 5 / Emissão Atmosférica. ISA 6 e 7 / Água. ISA 8 e 9 / Efluentes Destinação e Descarte. ISA 10 / Resíduos, Classificação e Destino ISA 11 e 12 / Área Contaminada ISA 13 / Energia	Introduzir os conceitos de gestão da qualidade e sistemas de gestão de qualidade Industrial. Sistema de Gestão Ambiental – ISO 14001.
Engenharia do Ciclo da Vida / 60 / 7°	ISA 1,2,3,4 e 5 / Emissão Atmosférica. ISA 6 e 7 / Água. ISA 8 e 9 / Efluentes Destinação e Descarte. ISA 10 / Resíduos, Classificação e Destino ISA 11 e 12 / Área Contaminada ISA 13 / Energia	Desenvolver competências para a gestão do ciclo de vida do produto. Redução dos impactos ambientais negativos desde a extração da matéria prima até o reuso e disposição final do produto, considerando o progresso econômico e social.
Gestão da Qualidade II / 90 / 10°	ISA 1,2,3,4 e 5 / Emissão Atmosférica. ISA 6 e 7 / Água. ISA 8 e 9 / Efluentes Destinação e Descarte. ISA 10 / Resíduos, Classificação e Destino ISA 11 e 12 / Área Contaminada ISA 13 / Energia	Visão geral dos métodos e técnicas de gestão da qualidade no ciclo de vida de produto.

5 DISCUSSÃO

A dimensão ambiental na prática educativa, segundo Amaral (2007), *“não pode ser encarada como mais uma disciplina do currículo ou um tipo especial de educação. Ela compreende os processos através dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, atitudes, interesse ativo para a conservação do meio ambiente essencial à sadia qualidade de vida e a sua sustentabilidade”*. (p.113)

Conforme Ciasca (2004), *“prestar atenção, compreender, aceitar, reter, transferir e agir são alguns dos componentes principais da aprendizagem, assim a informação captada é submentida a contínuo processo de elaboração, que funciona em níveis cada vez mais complexos profundos, desde a extração das características sensoriais a interpretação dos significados até, finalmente, a emissão da resposta”*. (p.22)

As escolhas estratégicas que as empresas conduzem, segundo Sharma (2000), no que diz respeito à Gestão Ambiental podem ser entendidas através da forma de interpretação que seus gestores estabelecem em relação a questões do ambiente e de como esse ambiente influencia a tomada de decisão, na forma de ameaça ou oportunidade, como benefício ou como custo, e estas relações de gestão podem ser explicadas pela recursividade entre o ambiente e a cognição dos gestores na aplicação de suas estratégias.

As múltiplas competências, que devem ser desenvolvidas por um gestor ambiental, de acordo com Donaire (1999), podem ser estabelecidas por um conjunto de habilidades agrupadas em quatro categorias:

- Habilidade Técnica: *“para poder avaliar as diferentes alternativas em relação a insumos, processos e produtos, considerando-os sob o aspecto ambiental e seu relacionamento com conceitos de custo e de tempo”*. (p.86)

- Habilidade Administrativa: *“relacionada com o desempenho das tarefas do processo administrativo: planejar, organizar, dirigir e controlar, pois caberá a ela a responsabilidade da política de meio ambiente ditada pela organização”*. (p.86)

- Habilidade Política: *“para sensibilizar os demais administradores da empresa, que lhe podem dar apoio e respaldo organizacional no engajamento da temática*

ambiental, propagando e consolidando a ideia de que sua atividade, antes de ser uma despesa a mais para a organização, é uma grande oportunidade para a prospecção de novas formas de redução de custos e melhoria de lucros”. (p.87)

- Habilidade de relacionamento humano: *“para conseguir a colaboração e o engajamento de todos os funcionários para a causa ambiental da empresa, pois o sucesso desse empreendimento está intimamente ligado à participação coletiva e à incorporação desta à cultura da organização”. (p.87)*

De acordo com Rosen (2001), existem três razões para que as indústrias procurem desenvolver e melhorar a sua performance ambiental. A primeira delas está relacionada com o regime regulatório internacional, que está mudando em direção às exigências crescentes em relação à proteção ambiental. A segunda razão refere-se ao mercado que está mudando em função da tecnologia dos produtos produzidos e a terceira razão refere-se ao conhecimento em função das crescentes descobertas, e publicidade sobre as causas e consequências dos danos ambientais.

Segundo Souza (2002), *“tanto do ponto de vista dos consumidores quanto das empresas, o processo de formação de estratégias ambientais consistentes é evolucionário e conduzido pela aprendizagem. Um dos desafios cruciais associados com este processo é a realização dos requisitos de mudança organizacionais que capacitarão a implementação bem sucedida de estratégias ambientais, pois existe uma complexa relação entre o meio ambiente e o mundo dos negócios que requer boas técnicas administrativas e habilidade organizacional para que as empresas alcancem a aprendizagem necessária para transformar suas estratégias ambientais em vantagens competitivas e financeiras”. (p.11)*

Ainda segundo Souza (2002), *“poder-se-ia resumir as pressões ambientais que atuam nas empresas através de quatro fontes: 1) das regulamentações ambientais, que têm se desenvolvido em número, especificidade, abrangência e rigor; 2) da sociedade civil organizada, principalmente através dos movimentos ambientalistas; 3) dos mercados de produtos, que têm apresentado uma crescente tendência dos consumidores em preferir produtos com atributos ambientais; 4) fontes de recursos financeiros e naturais, como água, energia, etc.”. (p.18)*

A competência de conhecimento que se estabelece para a caracterização e entendimento dos tópicos de sustentabilidade ambiental, expressos nas ementas das disciplinas curriculares, estão presentes na Tabela 3 para o curso de graduação de Engenharia de Produção da UFSCAR / Campus Sorocaba, através das disciplinas do

núcleo de disciplinas básicas: Avaliação de Impacto Ambiental, Mercados em Competição Imperfeita e Economia Ambiental, Introdução à Ciência e Tecnologia de Materiais, Produção Sustentável, Psicologia das Relações Humanas e Energia de Instalações Elétricas, bem como das disciplinas de Introdução à Engenharia de Produção, Sistemas de Produção, Projeto e Desenvolvimento de Produção e Processos Sustentáveis, Organização do Trabalho e Práticas de Engenharia de Produção 1, 2 e 3, disciplinas pertencentes ao núcleo de disciplinas Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes e de Formação Específica apresentadas na Tabela 5 e a disciplina comum de Processos Químicos Industriais relativa a este mesmo núcleo de disciplinas.

No Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos–USP, a competência de conhecimento que se estabelece para a caracterização e entendimento dos tópicos de sustentabilidade ambiental expressos nas ementas das disciplinas curriculares, está presente na Tabela 13 através das disciplinas de Projetos de Investimento, Gestão da Qualidade I, Gestão da Qualidade II e Engenharia do Ciclo da Vida disciplinas estas pertencentes ao Núcleo de Conhecimentos Profissionalizante e de Formação Específica.

As ementas das disciplinas dos referidos cursos apresentam conceitos fundamentais como ciclo da vida, reciclagem de materiais, fontes de energia elétrica tradicional e alternativa, uso racional de energia, tratamento de água, tratamento de efluentes industriais, disposição de resíduos em aterros sanitários, bem como o emprego de tecnologia de processamento, a utilização de equipamentos industriais com ênfase em responsabilidade ambiental, com foco em menor geração de resíduos, a importância de retorná-los ao processo, reaproveitá-los e tratá-los.

As grades curriculares da UFSCAR apresentam uma abrangência em termos de conteúdo, carga horária e distribuição ao longo do curso que abordam o tema de sustentabilidade ambiental traduzidos em 06 disciplinas do núcleo de conhecimento básico com 330 horas (8% das horas totais), distribuídas do 2º ao 8º semestres de graduação e 07 disciplinas do núcleo de conhecimento profissionalizante e de formação específica com 375 horas (9% das horas totais) distribuídas do 1º ao 9º semestres.

As tabelas 16 e 17 apresentam para o curso de graduação de Engenharia de Produção da UFSCAR / Campus Sorocaba, quatro disciplinas do núcleo básico e núcleo profissionalizante com um total de 210 horas (5% das horas totais), com tópicos de sustentabilidade ambiental que estão alinhados com as necessidades da indústria química através dos indicadores ISA relativos aos aspectos ambientais Emissões

Atmosféricas, Água, Efluentes, Resíduo, Áreas Contaminadas e Energia. As questões ambientais são apresentadas desde o início, no núcleo básico, até o final nas disciplinas específicas das especializações, sendo que durante todo o curso os graduados recebem uma forte formação na área de sustentabilidade ambiental.

A grade curricular da Escola de Engenharia de São Carlos–USP apresentam os conteúdos de sustentabilidade mais concentrados no final do curso e de uma maneira muito genérica aparecem nas ementas das disciplinas não sendo possível muitas vezes verificar se os graduados tiveram alguma formação em determinados pontos, como os apresentados nas disciplinas optativas distribuídas do 5º ao 8º semestre como visitas técnicas, seminários que possibilita o conhecimento e a compreensão de práticas empresarias e organizacionais relativo a subárea engenharia da sustentabilidade da engenharia da produção, segundo a ABEPRO .

Ao longo do curso o tema sustentabilidade ambiental é traduzido através das suas ementas em uma disciplina do núcleo de conhecimento básico do 4º semestre com 30 horas (0,7% das horas totais) e quatro disciplinas do núcleo de conhecimentos profissionalizante e de formação específica com 360 horas (8% das horas totais) distribuídas do 6º ao 10º semestres.

A tabela 18 apresenta para o Curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos–USP, quatro disciplinas do núcleo básico e núcleo profissionalizantes com um total de 210 horas (5% das horas totais) com tópicos de sustentabilidade ambiental que estão alinhados com as necessidades da indústria química através dos indicadores ISA reativos aos aspectos ambientais Emissões Atmosféricas, Água, Efluentes, Resíduo, Áreas Contaminadas e Energia.

Os conteúdos de aprendizagem expressos nestes componentes curriculares oferecem, para os engenheiros de produção dos referidos cursos, conhecimento para atuarem na implantação ou gestão dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental que compõem o sistema de gestão do programa de atuação responsável da ABIQUIM.

No geral, os resultados deste trabalho apontam que os temas ambientais estão sendo abordados de maneira ampla nos cursos analisados para atuarem na implantação ou gestão dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental, relativos às indústrias químicas, expressos através do sistema de gestão do programa de atuação responsável da ABIQUIM.

Merece ser destacado que a atuação do engenheiro não está voltada somente à sua formação, mas também envolve questões que dizem respeito de como estão sendo

ministrados os conteúdos abordados nos cursos, as questões de aprendizado dos estudantes, questões éticas e que são importantes na atuação profissional do engenheiro como um gestor ambiental, questões que movem o processo de formação de estratégias ambientais nas indústrias, a pressão que a indústria exerce sobre o funcionário para redução de custos e as suas consequências sobre a gestão da estratégia ambiental a ser desenvolvida, e outros fatores que podem afetar a indústria na busca contínua do desenvolvimento e melhoria da performance ambiental.

5.1 Perspectivas

Após concluir este trabalho surgiram algumas perspectivas que poderão ser desenvolvidas em trabalhos futuros.

Relacionando o desenvolvimento de trabalhos com uma perspectiva integrada entre os conteúdos de aprendizagem expressos nas matrizes curriculares dos cursos de graduação em engenharia, as questões de aprendizado dos estudantes, a estratégia e gestão ambiental na empresa, a cognição dos gestores na indústria na aplicação de suas estratégias.

A sustentabilidade ambiental depende de importantes atributos de gestão, que por sua vez, depende de muitos aspectos, como os de relações trabalhistas adequadas, justiça social, treinamento e educação para que pesquisadores e empresários possam continuar a contribuir para o desenvolvimento e melhoria da performance ambiental na indústria.

6 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnica. ISO14040. 2001

ABRAHAM, M. Sustainable Engineering for Engineers. *Environmental Progress*, v. 24, n. 1, p. 10-11, 2005.

ABREPO. Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Disponível em Site www.ABEPRO.org.br data de acesso 02/04/2012.

ABIQUIM. Associação Brasileira das Indústrias Químicas. Disponível em Site: www.ABIQUIM.org.br data de acesso 02/04/12.

ALMEIDA, F. O bom negócio da sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

AMARAL, Marta Teixeira do, A dimensão ambiental na cultura. educacional brasileira R. Bras. Est. pedag., Brasília, v. 88, n. 218, p. 107-121, jan./abr. 2007.

ASBHAR, Péricles. A responsabilidade socioambiental da indústria química. In. Seminário sobre Sustentabilidade, 2007, Curitiba. Anais... Curitiba, 2007.
Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/sminariosut2_indicadores.asp>. Acesso em: 20 mai. 2013.

BAGGIO, L. e FRANCISCO, A.C. A Gestão de Competências sob a ótica do mercado de trabalho de Ponta Grossa – PR. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Campina Grande, PB., 2005.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. CTS na educação em engenharia. IN: Anais do XXXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Recife, 2009.

BELHOT, Renato V. A didática no ensino de engenharia. In. XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2005, Campina Grande. Anais... Paraíba, 2005.
Disponível em: <http://www.cobenge2005.cct.ufcg.edu.br/cd_rom/trabalhos/trabalhos_completos/pdf/SP-7-93236573872-1118713330771.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2013.

BOURN, D. e SHARMA, N. Global and sustainability issues for engineering graduate. *Proceeding of the Higher Education*, v. 5, n. 2, p. 147-155, 2004.

_____ Global and sustainability issues for engineering graduate. *Proceeding of the Institution of Civil Engineers, Municipal Engineer*, 161, n. 3, p. 199-206, 2008.

BRASIL. CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília; Ministério da Educação, 2002. Disponível em <http://www.ABEPRO.org.br>. Acesso em 12/10/12.

CALDER, W. The Decade of Education for Sustainable Development – A Progress Report. AULSF The Declaration, v.7,n.2, p. 5-8, 2005

CALIA, C. R. A difusão da produção mais limpa: o impacto do seis sigma no desempenho ambiental sob o recorte analítico de redes São Carlos, 2007. Tese (Doutorado) Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

CAMARGO, A.L.B. As dimensões e os desafios do desenvolvimento sustentável: concepção, entraves e implicações à sociedade humana. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UFSC, Florianópolis-SC.

CAMARGO, A. Governança para o século 21. In: TRIGUEIRO, A. Meio ambiente no século 21:21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. P. 307-322.

CARROLL, Archer, “Corporate Social Responsibility”, em Business and Society, vol. 38, Chicago, 1999:268-295.

CAVALCANTE, Clovis. Sustentabilidade da Econômica: Paradigmas Alternativos da Realização Econômica. São Paulo: Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco .1998.

CHAMBERS, Robert e CONWAY, Gordon R. Sustainable Rural Livelihoods: Practical Concepts for the 21st Century Institute of Development Studies: Discussion Paper nº 296, 1992.

CIASCA, S. M., Distúrbios de aprendizagem: proposta de avaliação multidisciplinar. 2ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2004.

CIDRAL, A. ; KEMCZINSKI, A. ; ABREU, A.F. A Abordagem por competências na definição do perfil do egresso de cursos de graduação; Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE 2001; Porto Alegre; Brasil.

CLIFT, R.; MORRIS, N. Engineering with a human face. Engineering Management Journal, p.226-230.

COLENCI JR., A. Organizar as instituições para assegurar qualidade no ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA. 24: Anais. Manaus, ABENGE/Universidade do Amazonas.1996.

COMISSÃO Mundial para o meio ambiente e o desenvolvimento- CMMAD, 1988:28.

CONFEA/CREA. Resolução nº 1010, de 22 de Agosto de 2005.

CUNHA, G. Um panorama atual da Engenharia de Produção. Publicado na página da ABEPRO, 2004. Disponível em www.ABEPRO.org.br. Acesso 13/10/12.

DEMAJOROVIC J. Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental. Desafios e Perspectivas para Organizações, segunda edição Revista e Ampliada. Ed. SENAC.SP, 2010.

DIAS, Reinaldo. Gestão Ambiental, primeira edição, Editora Atlas S.A 2007.

DONAIRE, Denis. Gestão Ambiental na Europa, segunda edição, editora Atlas S.A São Paulo 1999.

EESC-USP. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Disponível em Site: www.EESC.USP.br data de acesso 02/04/12.

EHLERS, Eduardo. Agricultura Sustentável: Origens e Perspectivas de um Novo Paradigma, 2ª ED. Guaíba: Agropecuária, 1999.

ENEP. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008.

ENCEP. Encontro Nacional de Coordenadores de Cursos de Engenharia de Produção, 2008.

FARIA, A. F. Projeto Pedagógico de Curso: um instrumento de gestão. Inovação, Gestão e Produção. Ingepro, 2011, vol. 03, nº 04 ISSN 1984-6193.

FIKSEL, J. Measuring Sustainability in Eco-Design in Charter, M; Tischhner, U, Eds; Sustainable Solution; Developing Products and Service for the Future; Greenleaf Publishing Surrey, UK, 2000.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo, Editora Paz e Terra, 1996.

FURLANETTO, E. L.; H. G. M.; NEVES, C. P. Engenharia de Produção no Brasil: reflexões acerca da atualização dos Currículos de Graduação. Revista Gestão Industrial, v. 02, n. 04, p. 38-50, 2006.

GAMA, S.Z.; SILVEIRA, M.A. As competências do engenheiro: visão do mercado

de trabalho. IN: Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Rio de Janeiro, 2003.

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

GLOBAL Reporting Initiative. Sustainability Reporting Guidelines on Economic, Environmental, and Social Performing; Boston, June 2000.

HIKAGE, O. K.; SPINOLA, M. M.; LAURINDO, F.J.B. Software de balanced scorecard; proposta de um roteiro de implementação. Revisit Produção, v.16, n.1, p. 140-160, 2006.

INSTITUTO ETHOS DE EMPRESAS E RESPONSABILIDADE SOCIAL. Indicadores de responsabilidade social empresarial – 2006. São Paulo: Instituto Ethos.

LANKEY, R.L. Advancing Sustainability through Green Chemistry and Engineering, American Chemical Society, Washington, DC, 2002.

LEITÃO, M. A. S. A transição de paradigmas no ensino de engenharia. IN: Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Porto Alegre, 2001.

LEITE, V. ISO 14000, Disponível em [HTTP://www.webartigos.com/articles/6449](http://www.webartigos.com/articles/6449).

LEME, R. A. S. A História da Engenharia de Produção no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, III, 1983, São Paulo – SP. Anais.

_____ A História da Engenharia de Produção no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, III, 1983, São Paulo – SP. Anais.

LIRA, A.N.C.; ARAÚJO, I.F.A.; SILVA, W.R.; RAMOS, J.A.; DESKS, J.C.J.M.; FURLANETTO, E.L. A Engenharia de Produção e o processo de ensino-aprendizagem. IN: Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, 2007.

LONGO, O. Diagnóstico do Ensino de Engenharia, necessidades do mercado de trabalho e a legislação vigente, VII Encontro de Ensino de Engenharia, 2007.

MATHIAS, Alano Nogueira. Gestão DE Recursos Energéticos. Disponível em; <http://energiapga.blogspot.com/2010/06/gestão-de-recursos-energeticos.htm/>

MILHELIC, J. Sustainability Science and Engineering: The Emergence of the New Metadiscipline. Environ. Sci. Technol, 2003, 37, 5314-5324.

MISHIMA, E. Uma análise da sintonia entre as exigências para ingressar no

mercado de trabalho e o ensino da Engenharia de Produção. Itajubá, 105p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá (2005).

MOREIRA, José Roberto. Agricultura Familiar: Processos Sociais e Competitividade. Rio de Janeiro- RJ Mauad; Seropédia, UFRRJ/CPDA,1999.

MUNHOZ, Maria T. GESTÃO dos Recursos Naturais: Subsidio à Elaboração da agenda 21 brasileira/tc/br/Funatura,2000.

NASCIMENTO, Tereza. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: http://www.revistaanalytica.com.br/ed_anteriores/27/art02.pdf

NOSE, M.M & REBELATTO, D.A.N. O perfil do engenheiro segundo as empresas. IN: Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Porto Alegre, 2001.

OLIVEIRA L. R. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. Produções, v22, n 1, p.78-82,jan/fev.2012

OLIVEIRA L,R. TERRA, P. B; MEDEIROS, R. M. Projeto final de graduação: gestão da sustentabilidade nas organizações brasileiras, 2007.

OLSEN S. I.A Strategy for Teaching Sustainability Assessment. 3RD International Symposium for Engineering Education, University College Cork, Ireland, 2010.

PALIS,S L, A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. Educação em Revista ISSN 0102-4698, ver. No. 45 Belo Horizonte,2007.

PIRATELLI, C. L. A Engenharia de Produção no Brasil. Revista de Ensino de Engenharia, v.27, n. 2, p. 33-42, 2008 – ISSN 0101-5001.

PRIETO, Vanderli Correia; PEREIRA, Fábio Luis Alves; CARVALHO, Marly Monteiro de; LAURINDO, Fernando José Barbin. Fatores críticos na implementação do Balanced Scorecard. Gestão & Produção, v. 13, n. 1, p. 81-92, 2006.

QUELHAS, O L G. O ensino da Sustentabilidade na Formação do Engenheiro: Proposta de Diretrizes. VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão ISSN 1884-9354, Agosto 2011.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Meio Ambiente e Dinâmica DE Inovações na Agricultura. São Paulo: Annablume. FAPESP, 1998.

ROSEN, C. M. Environmental strategy and competitive advantage: an introduction California Management Review. Berkeley, Haas School of Business. V.43, Spr. 2001.

SACHS, Ignacy. Desarrollo Sustentable, Bio-Industrialización Descentralizada y Nuevas Configuraciones Rural-Urbanas. Los Casos de India y Brasil. Pensamiento Ibero americano 46, 1990. p. 235-256.

SISINNO C. L. S. & MOREIRA J. C. Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. Cadernos de Saúde Pública, v. 21, n.6, p. 1893-1900, 2005.

SANTOS, F. Evolução dos Cursos de Engenharia de Produção no Brasil. In: BATALHA, M. O. (Org.) Introdução à Engenharia de Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

SAVITZ, A.; WEBER, K. The triple bottom line: how today`s best run companies are achieving economic, social and environmental success- and how you can too. United States: John Wiley & Sons, 2006.

SHARMA, S., Managerial interpretations and organizational context as predictors of corporate choice of environmental strategy. Academy of Management Journal, v. 43, n. 4, p. 681-697, 2000.

SOUZA, Renato Santos de, Evolução e condicionantes da gestão ambiental nas empresas, Read – Edição Especial 30 Vol. 8 No. 6, nov-dez 2002.

TACHIZAWA, T. Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios na realidade brasileira. 3 de. São Paulo: Atlas, 2006.

TREVISAN, M. et. Al. Uma ação de responsabilidade socioambiental no rodeio internacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 28, 2008, Rio de Janeiro.

UFSCAR. Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba. Disponível em Site: www.SOROCABA.UFSCAR.br data de acesso 02/04/12.

VANEGAS, J A. A New Type of Engineer is in the Making. Status of Engineering Education for sustainable Development in European Higher Education. The Observatory EESD Report – 2006, 20 p.

VELOSO, M. Educação para o Desenvolvimento Sustentável-EDS: aspectos epistemológicos, metodológicos e socioambientais nos projetos desenvolvidos em Boa Vista/RR Universidade Aberta do Brasil – UAB / Universidade Federal de Roraima (UFRR). <http://www.ufrr.br/index.php/artigos-publicados>. Acesso 20/10/12.

ZAPF, W. Social Reporting in the 1970s and in the 1990s. Social Indicators Research, v 51, p.1-15, 2000.