

Educação Ambiental



Educação Ambiental

André Prado



Copyright© 2014 by André Prado
Direitos em Língua Portuguesa reservados ao autor através da
QUÁRTICA® PREMIUM.

Arte Final de Capa
Teresa Akil

Foto da Capa
André Prado (Cordilheira dos Andes no Chile)

Foto da Apresentação
Prof. Dr. Jose L. P. Valarezo (Defesa do Mestrado em Quito)

Foto da Orelha da Capa
Isnaldi Rodrigues de Sousa Filho (Serra da Mantiqueira)

Foto da Contracapa
Alain Gabriel dos Santos (Travessia Picos: Itaguapé – Marins)

Revisão
Lucas de Mello

Editoração
Quártica Premium

CIP - Brasil. Catalogação-na-fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ.

P915e

Prado, André
Educação ambiental / André Prado. - Rio de Janeiro : Quártica
Premium, 2014.
240p. : 21 cm

ISBN 978-85-8221-057-4

1. Educação ambiental. 2. Educação. I. Título.

14-13266.

CDD - 367.700981

CDU - 504(81)

QUÁRTICA® PREMIUM

CNPJ 32.067.910/0001-88 - Insc. Estadual 83.581.948
Av. Presidente Vargas, 962 sala 1411- Centro
20071-002 - Rio de Janeiro - RJ
Caixa Postal 150 - 20001-970 - Rio de Janeiro - RJ
Telefax: 2223-0030/ 2263-3141
site: www.litteris.com.br

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Geraldo Prado (in memoriam) e minha mãe Maria Aparecida Alves Prado por terem me encaminhado nesta vida com respeito, carinho e dignidade.

À minha companheira Maisa Rodrigues Mariano, pela solidariedade, afeto e compreensão para a conclusão de mais esta etapa de minha vida.

Aos meus filhos André Rodrigues Prado e Mel Mariano Cabral, motivos propulsores de minha luta para criá-los com amor, zelo e dedicação.

À minha irmã Angélica Prado e ao meu cunhado Tiago Demasi, aos meus alunos, demais entes queridos e grandes mestres na arte de educar que me inspiram a prosseguir aplicado em atuar com profissionalismo na área da docência.



AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre presente em minha vida, Criador deste maravilhoso planeta que temos a obrigação de ajudar a zelar, salvar e preservar de impactos ambientais causados muitas vezes pelas atividades humanas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jose Lizardo Pereira Valarezo, que mesmo diante de muito trabalho à frente do Ministerio del Ambiente del Ecuador, demonstrou pronto interesse em me orientar contribuindo com valiosas opiniões.

À Profa. Dra. Irmã Olga de Sá das Faculdades Integradas Teresa D'Ávila pela amizade no decorrer dos anos, pela revisão, pela fraternidade e confiança na realização deste estudo.

Ao Diretor do Mestrado em Educação com Menção em Gestão Educativa, Prof. Dr. Holger Diaz Salazar, pela prontidão e cordialidade sempre presentes no decorrer do curso de pós-graduação.

À examinadora de tese, Profa. Dra. Diana Fernández do Ministerio del Ambiente del Ecuador, pela leitura completa deste trabalho concluindo com aprovação e parecer louvável.

A todos os docentes da Universidad Politécnica Salesiana (UPS) pelo acompanhamento, dedicação e transmissão de conhecimentos nobres na área educacional.

Ao Prof. Dr. João Batista de Almeida e Silva, Profa. Dra. Maria Bernadete de Medeiros, Prof. Dr. Carlos Roberto de Oliveira Almeida e Prof. Dr. Adilson Roberto Gonçalves da Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP) pela amizade e apoio concedidos.

Aos meus amigos pós-doutorados, Prof. Dr. Giuliano Marcelo Dragone Melnikov, Prof. Dr. Daniel Pereira da Silva e Prof. Dr. Giovanni Brandão Mafra de Carvalho pela amizade, confiança e relevantes informações.

Ao aluno Mateus de Sousa Amaral, orientado no Projeto das

Montanhas. Ao Engenheiro Marco Antônio Ramos Pinto e aos colaboradores Fabrício Batista Ferreira, Bárbara Pereira e Laércio Siqueira pelo auxílio.

Aos mestres amigos Flávio de Oliveira Barros, Valéria Pereira Marcondes, Rosélis Ester Costa e Saulo Gargaglioni pelo apoio e amizade durante o tempo em que aprimorei conceitos na Universidade Federal de Itajubá (Unifei).

A todos os membros da Comissão Interna do USP Lorena Recicla, entre eles: João Donizete Ferreira e Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro, programa que sinto orgulho de pertencer, bem como, aos amigos colaboradores do Projeto de Monitoramento Ambiental da Serra da Mantiqueira: Isnaldi Rodrigues de Sousa Filho, Ismael Nunes de Lima e Alain Gabriel dos Santos.

Aos amigos e colaboradores da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo: Isnaldi Rodrigues de Sousa, Walkíria Aparecida de Freitas Santiago, Lilian Cristina Marton Robin, Nadir de Oliveira Magalhães e André Francisco da Silva.

“Quando a última árvore tiver caído,
quando o último rio tiver secado,
quando o último peixe for pescado,
você vão entender que o dinheiro não se come”

Greenpeace



PREFÁCIO

A Educação Ambiental é um conjunto de conhecimentos e ações que permeia todas as disciplinas e blocos de aprendizagem, à semelhança do que é – ou deveria ser – a comunicação e expressão em língua portuguesa. Sempre tive uma dúvida relacionada a esse pressuposto: qual a possibilidade de estender ainda mais a prática ambiental a ponto de permear todas as atividades humanas, educacionais ou não.

Neste livro, embrenhamos por essa seara. A escala na escola, a dimensão do ensinar/aprender a questão ambiental dentro e fora dos muros de um importante e conceituado estabelecimento de ensino.

André Prado, colega da Academia de Letras de Lorena, nos traz um texto para sair da teoria ambiental e adentrar sua prática, sem deixar de fazer o elo com os fundamentos científicos e questões sociais e políticas envolvidas.

Livro de leitura fácil, sem ser superficial, é fruto de sua dissertação de mestrado em educação, na modalidade gestão educativa, defendida na Universidad Politécnica Salesiana do Equador.

Na leitura do texto, bem estruturado de forma acadêmica, sente-se a angústia do autor ao evidenciar problemas ambientais gerais, globais e locais e sua disposição em, por meio da discussão, trazer e apresentar soluções.

Não que a Escola de Engenharia de Lorena (EEL), unidade da Universidade de São Paulo, seja exemplar, mas é um bom exemplo tomado neste trabalho do André. Em particular, é notável a correspondência que ele faz entre as práticas ambientais de uma importante instituição de ensino e a concepção de seus cursos de graduação. Essa correlação é de suma importância para entender o vínculo entre teoria e prática, discurso e ação.

Mestre André parte da premissa que a educação ambiental

praticada na EEL deva ser adotada como modelo em outras instituições. Para isso, detalha essa prática com exemplos colhidos em sua vivência institucional diária e que dão cores mais vivas para tratar do tema.

Assim, energia e ambiente, por exemplo, um binômio quase dicotômico em dias correntes, foi fundamentado e traduzido ao leitor, saindo da aridez peculiar dos conceitos de engenharia envolvidos. Fica claro o alerta para ir além do que usamos, adentrando a discussão para o que descartamos – efluentes e outros resíduos. O conceito de eficiência de processos foi saborosamente exemplificado pelas práticas da microcervejaria existente na EEL. E fica o destaque para a prática política de trazer a consciência à maior universidade brasileira, por meio do USP Recicla, do qual fiz parte e fui coordenador por certo tempo.

Por fim, foi com prazer que recebi o convite para escrever este prefácio. Li o texto na forma de dissertação e, de pronto, achei interessante. Fiquei honrado, agradecendo pela oportunidade. Tenho certeza que todos ficarão, como eu, satisfeitos e com vontade de disseminar essas práticas ambientais.

Adilson Roberto Gonçalves

APRESENTAÇÃO

Esta publicação é o resultado da compilação da pesquisa de Mestrado em Educação com menção em Gestão Educativa realizada durante os anos de 2008 a 2010 e defendida junto à Universidad Politécnica Salesiana (UPS). Os módulos de aulas iniciais foram ministrados em Brasília-DF, e, posteriormente, houve a utilização das novas tecnologias até culminar na defesa no Equador no mês de julho de 2011.

O trabalho foi orientado pelo Prof. Dr. José Lizardo P. Valarezo da área de Gestão para o Desenvolvimento Sustentável da UPS, que foi docente na Universidade do Texas - UT (Austin, Texas) e de Washington (Evergreen State College / Olympia), tendo inclusive atuado no Ministério do Ambiente do Equador.

A co-orientadora da tese foi a Profa. Dra. Olga de Sá que é Doutora em Comunicação e Semiótica e Mestre em Teoria Literária pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), exercendo inclusive o cargo de Coordenadora de Pesquisa e Orientadora no Programa de Estudos Pós-graduados em Literatura/Crítica Literária da PUC-SP e Diretora Geral das Faculdades Integradas Teresa D'Ávila (Fatea).

Apenas a título de esclarecimento, no Equador, o trabalho de conclusão do mestrado é denominado Tesis (Tese) ao invés de Dissertação, termo utilizado atualmente no Brasil para trabalhos defendidos neste mesmo nível. A tese original foi intitulada de: Análisis del Modelo de Educación Ambiental Aplicado en la Escuela de Ingeniería de Lorena de la Universidad de São Paulo (Análises do Modelo de Educação Ambiental Aplicado na Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo).

Depositada em 07/04/2011, a tese foi defendida em Quito (Equador) no dia 22/07/2011. A conclusão dos professores doutores que integraram a banca registrou como resultado o termo em espanhol: Sobresaliente, cujo significado em língua

portuguesa corresponde à Nota Máxima (em avaliações escolares) e ao adjetivo Destacável segundo o Dicionário Michaelis, sendo também denominado como Qualificação Excelente e ao adjetivo Relevante conforme o Dicionário Larousse Ática.

A Educação Ambiental (EA) constitui-se como uma importante forma para a disseminação de conhecimentos para a preservação do meio ambiente. Esta temática, porém, apresenta certa complexidade. Afinal, não é fácil difundi-la em grande escala com a implantação prática de seus conceitos. Existem fatores críticos que vão à contramão dos processos a favor da conservação ambiental, como por exemplo: a competitiva busca do crescimento econômico pelos países, a não utilização de energias limpas, o estímulo à sociedade do consumo e os interesses capitalistas entre outros.

Neste contexto, aplicações práticas de Educação Ambiental tornam-se complexas para implementação. No entanto, o crescimento sustentável é algo possível de ser alcançado desde que haja esforço por parte da sociedade, dos governos e organizações. As instituições de ensino dos mais diversos níveis podem e devem contribuir neste processo utilizando a Educação Ambiental como principal ferramenta a favor das causas ambientais.

A metodologia do presente estudo utilizou-se de pesquisa bibliográfica e exploratória para analisar ações a favor do meio ambiente da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL USP). Para isto foram observadas as seguintes fases: I) redução de consumo de energia em uma unidade laboratorial; II) ações educativas do Programa USP Lorena Recicla; III) redução da poluição através da Estação de Tratamento de Efluentes; IV) monitoramento ambiental da Serra da Mantiqueira; V) análise da grade curricular da referida instituição de ensino.

Após as observações, pode-se perceber que as ações analisadas na EEL USP são importantes contribuições em prol do meio ambiente. No entanto, face ao lamentável cenário de

devastação ambiental no planeta, ações como estas, através da aplicação prática dos conceitos difundidos pela Educação Ambiental, necessitam de uma ampliação urgente em maiores proporções visando a uma melhor preservação do meio ambiente, proteção das gerações futuras e o crescimento sustentável.

Registro meus sinceros agradecimentos ao Professor Dr. Adilson Roberto Gonçalves que abrilhantou este livro prefaciando-o de forma acolhedora e relevante, sendo que me sinto agraciado pelo fato de ter elevada admiração e respeito ao seu trabalho, que conta com premiações recebidas em diversos âmbitos e atuação em prol do meio ambiente.

Informo ainda sobre a existência de um endereço na web disponível no final das referências bibliográficas desta pesquisa (vide tópico 8.2). É imprevisível saber quanto tempo será mantido no banco de teses do servidor da Universidad Politécnica Salesiana (UPS) do Equador. Entretanto, enquanto disponibilizado, basta digitar o endereço em um navegador Internet e será possível obter uma cópia da dissertação onde as figuras que apresentam legendas coloridas que poderão ser mais bem compreendidas.

Aproveito a oportunidade para desejar a todos uma boa leitura e autorizar a reprodução total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins exclusivos de estudo e pesquisa, desde que citadas a fonte e a autoria.



André Alves Prado
O autor





SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO,	19
2. PANORAMA AMBIENTAL,	23
3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL,	53
4. O PROCESSO CERVEJEIRO,	95
5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL,	119
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO,	163
7. CONCLUSÕES,	203
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS,	209
LISTA DE ABREVIATURAS,	221
GLOSSÁRIO,	223
ANEXOS,	227



1. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais existentes no mundo constituem um desafio muito grande para as sociedades em geral. Tais problemas têm afetado grandemente a humanidade através do caos climático gerado pelo desmatamento, queimadas, poluição, mau uso dos recursos naturais entre outros. A conservação de energia é extremamente importante para um crescimento e desenvolvimento sustentável.

A aceleração desordenada visando a aumentar a matriz energética pode gerar um caos ao planeta no que tange às questões ambientais. Para que isso não aconteça, torna-se necessário que o crescimento ocorra com sustentabilidade. Entretanto, vários países se recusam a diminuir a exploração de energias não ecologicamente corretas para não frear o desenvolvimento econômico. Alguns deles, inclusive, se recusaram a assinar o Protocolo de Quioto.

Cabe salientar que a energia é vital para a subsistência da humanidade, sendo que muito pode ser feito em relação à conservação de energia e eficiência energética, observando questões sociais, ambientais, econômicas e relativas à qualidade de vida. O panorama de forte extrativismo pode ser minimizado grandemente por meio da conscientização de economia dos recursos naturais, fator que pode ocorrer por meio de fortes conceitos de Educação Ambiental divulgados pelas Instituições de Ensino, dentro das organizações, para a sociedade e através de canais midiáticos de grande abrangência e impacto.

Como os países não desejam frear o desenvolvimento econômico, crescer de uma forma sustentável é algo primordial. Mas para que esse crescimento sustentável seja possível, torna-se fundamental investir, de modo geral, em Educação Ambiental. Neste caso, a conscientização gerada por meio da Educação poderá melhorar uma série de aspectos, entre eles: I) redução de

desperdícios; II) maximização da eficiência das unidades geradoras e economia das consumidoras, III) melhor aproveitamento dos recursos naturais (reciclagem e redução); IV) logística de distribuição com menores impactos no meio ambiente, e V) divulgação e restrição para penalizar produtos e serviços que utilizem recursos naturais de forma inapropriada e dispendiosa. Neste processo, cria-se a consciência de que economizar recursos energéticos é essencial e necessário.

Cabe observar que mesmo com a existência de programas de conservação de energia no decorrer dos anos, existe uma diferença de conceitos de melhor uso da energia entre as indústrias e a população. O setor industrial em alguns países está sendo pressionado e recebendo apoio de instituições para melhor desenvolvimento no cenário mundial. Muitas organizações encontraram no uso racional da energia uma forma de minimizar os custos dos produtos fabricados, o que além de produzir benefícios socioambientais, produz vantagens econômicas podendo produzir produtos mais acessíveis ao consumidor, permitindo uma maior concorrência em uma economia globalizada. De toda forma, ampliar a prática da Educação Ambiental nas organizações dos mais variados setores, pode contribuir grandemente para que o crescimento necessário aos seres humanos ocorra de forma mais sustentável em termos ambientais.

A própria população sempre necessitará de intensos programas de Educação Ambiental para que tais ações venham a resultar em uma melhor contribuição aos programas de conservação de energia, economia de recursos naturais e outros. Nesse sentido, muitas instituições de ensino podem ser essenciais, aliadas e atuarem positivamente neste processo. A Educação Ambiental tem sido colocada transversalmente em uma série de disciplinas, motivo pelo qual algumas instituições de ensino não adotam esta denominação diretamente em suas grades curriculares. Uma série de livros didáticos de Ciências, por exemplo, contemplam o tema dentro de disciplinas como: Química, Biologia e outras. As

universidades constituem-se de vital relevância para trabalhar este tema de forma correta. Desenvolver modelos na prática de Educação Ambiental, visando a promover a conservação da natureza e o crescimento sustentável, pode permitir que determinados processos que envolvem tais questões sejam tratados de forma muito mais concreta e produzam melhores benefícios ao planeta e à humanidade como um todo.

Assim sendo, este estudo visa a analisar o modelo de educação ambiental utilizado pela Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL USP), demonstrando ações adotadas pelo Programa USP Lorena Recicla (reciclagem, reutilização de materiais e ações educativas), redução de consumo de energia em uma unidade laboratorial, redução da poluição através da estação de tratamento de efluentes, atuações de monitoramento ambiental que produzem benefícios ao meio ambiente e disciplinas que auxiliam os discentes a minimizar impactos.

Através de análises, esta pesquisa visa a demonstrar ações de educação ambiental adotadas pela Escola de Engenharia de Lorena tendo, como expectativa apontar resultados que possam servir de modelo para outras instituições e empresas.

Os capítulos estão assim divididos: Capítulo I – Introdução: Contém a introdução do trabalho de tese e dados do plano de tese para uma maior compreensão do desenvolvimento e contexto geral; Capítulo II – Panorama Ambiental: apresenta um conjunto de dados em termos ambientais, demonstrando o consumo e reservas ambientais em termos energéticos; Capítulo III – Desenvolvimento Sustentável: denuncia problemas ambientais que estão sendo causados ao planeta e indica alguns meios para amenizar tais problemas em busca da sustentabilidade ambiental; Capítulo IV – Processo Cervejeiro: apresenta como o processo é realizado nas dependências da microcervejaria da EEL USP e os tipos de processos (Tradicional e Altas Densidades) que terão consumos de energia comparados; Capítulo V – A Educação Ambiental: abordará questões relativas à Educação Ambiental,

mostrando um cenário e a importância de investir nesta questão. Capítulo VI – Resultados e Discussão: apresenta os resultados e discussões das Análises do modelo de Educação Ambiental aplicados na Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo; Capítulo VII – Conclusões: apresenta as considerações finais e sugestões.

2. PANORAMA AMBIENTAL

Este capítulo abordará questões relativas ao consumo de diferentes fontes de energia. Um panorama será apresentado demonstrando as reservas existentes em alguns países, cenários e projeções das demandas futuras, tendências tecnológicas, uso racional e eficiente da energia. O planeta possui reservas limitadas em termos energéticos, fator relevante para o crescimento de empresas, instituições e da sociedade com um todo. Nesse sentido, torna-se primordial mensurar o quanto ainda existe dessas reservas e o quanto está sendo consumido tendo em vista que os recursos sejam poupados da melhor forma possível. Cabe ressaltar que para que tais recursos sejam economizados, a educação ambiental constitui-se um importante instrumento de conscientização.

2.1 CONSUMO E RESERVAS AMBIENTAIS

A energia é um dos principais constituintes da sociedade moderna, motivo pelo qual se torna relevante a contabilização ambiental de como esta tem sido consumida e as reservas a consumir. É necessária para se criar bens a partir dos recursos naturais e para fornecer serviços dos quais os seres humanos têm se beneficiado. O desenvolvimento econômico e os altos padrões da vida são processos complexos que compartilham um denominador comum: a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável de energia. A modernização do Ocidente, passando de uma sociedade rural para urbana, foi possível pela utilização da tecnologia moderna baseada em uma ampla série de avanços científicos – os quais foram energizados por combustíveis fósseis. Eventos políticos, começando com o embargo do petróleo em 1973 e continuando com a Revolução Iraniana de 1979 e a Guerra do Golfo Pérsico de 1991, fizeram

com que muitos começassem a atentar para o quanto a energia é crucial para o funcionamento da sociedade (Hinrichs e Kleinbach, 2003).

A energia é um ingrediente essencial para o desenvolvimento. Um comparativo pode ser feito entre o consumo *per capita* nos países industrializados da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE) de 5,5 TEP *per capita* por ano com o consumo brasileiro de 1,39 TEP *per capita* por ano em 1998 para se dar conta do longo caminho que o país tem a percorrer. O perfil de consumo de energia da OCDE e o do Brasil são, contudo, substancialmente diferentes (Goldemberg, 2000). A figura 2.1 considera a amostra da população de 1 bilhão de habitantes com um consumo de 5,5 TEP *per capita* por ano:

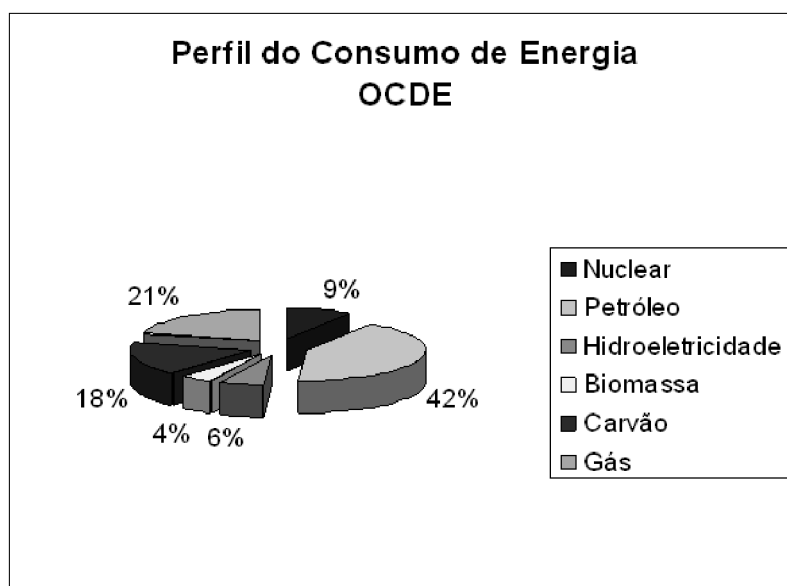
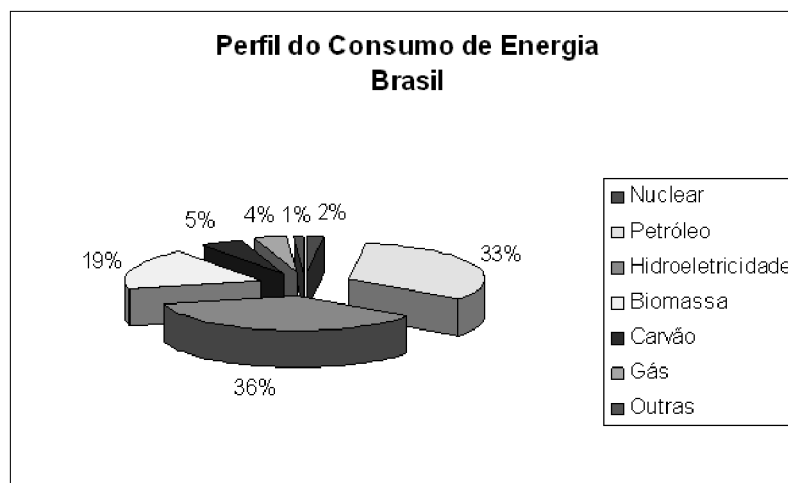


Figura 2.1 Perfil do Consumo de Energia OCDE
(UNDP/DESA/WEC, 2000 e MME, 1999)

Já o Brasil apresenta a seguinte configuração conforme figura 2.2 considerando a amostra da população de 160 milhões de habitantes com um consumo de 1,39 TEP *per capita* por ano:



**Figura 2.2 Perfil do Consumo de Energia no Brasil
(UNDP/DESA/WEC, 2000 MME, 1999)**

O consumo de energia no mundo cresce cerca de 2% ao ano e deverá dobrar em 30 anos se prosseguirem as tendências atuais. O crescimento não é uniforme: nos países industrializados é de apenas cerca de 1% ao ano, mas chega a 4% ao ano nos países em desenvolvimento que estão crescendo rapidamente e que vão dominar o cenário mundial no que se refere ao consumo de energia dentro de 15 anos. Cerca de 400 bilhões de dólares são investidos, por ano, neste setor (Goldemberg, 2000).

No Brasil, 78,5% da energia consumida é produzida internamente e o restante é importado, principalmente petróleo e gás natural. A importação de petróleo e derivados representa 16,3% da oferta interna total de energia. A evolução do consumo de energia elétrica entre 1970 e 1998 mostra que o consumo de petróleo e lenha está se reduzindo em termos percentuais. Em contrapartida, estão crescendo o consumo de cana-de-açúcar e o de energia hidroelétrica. A tabela 2.1 demonstra dados atualizados sobre a evolução do consumo final por fonte:

**Tabela 2.1 Evolução do Consumo Final Energético por Fonte
(BEN / MME, 2006)**

Evolução do Consumo		Unidade: 10³ tep		
Identificação	2003	2004	2005	2006
Gás Natural	10.184	11.448	12.663	13.625
Carvão Mineral	3.294	3.594	3.519	3.496
Lenha	15.218	15.752	16.119	16.414
Bagaço de Cana	19.355	20.273	21.147	24.208
Lixívia	2.976	3.144	3.342	3.598
Outras recuperações	904	874	907	709
Gás de Coqueira	1.259	1.342	1.328	1.289
Coque de Carvão Mineral	6.688	6.817	6.420	6.137
Eletricidade	29.430	30.955	32.267	33.536
Carvão Vegetal	5.432	6.353	6.248	6.085
Álcool Etílico	5.794	6.445	6.963	6.395
Outras secundárias - Alcatrão	38	50	37	48
Subtotal Derivados de Petróleo	69.049	71.177	71.726	72.706
Óleo Diesel	30.885	32.657	32.382	32.816
Óleo Combustível	7.223	6.513	6.574	6.126
Gasolina	13.162	13.607	13.638	14.494
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	6.996	7.182	7.121	7.199
Nafta	0	0	0	0
Querosene	2.221	2.369	2.578	2.401
Gás Canalizado	0	0	0	0
Outras Secundárias de Petróleo	8.562	8.848	9.433	9.670
Total	169.622	178.221	182.687	188.245

A maior usina hidrelétrica atualmente em operação no mundo localiza-se na Venezuela e possui uma capacidade instalada de 10.000 MW. A Rússia já tem planejada uma instalação de 20.000 MW e a Represa das Três Gargantas na China, localizada no Rio Yangtzé, terá uma capacidade de 18.600 MW quando for concluída em 2009. Essa represa terá 2,3 km (1,4 milhas) de largura, 185 m (607 pés) de altura e criará um reservatório de 625 km (375 milhas) de comprimento (Hinrichs e Kleinbach, 2003). A tabela 2.2 demonstra a produção hidrelétrica em alguns países do mundo:

Tabela 2.2 Produção Hidrelétrica (EIA, 1998)

	Eletricidade Gerada (bilhões de kWh)	Capacidade instalada (milhares de MW)
Estados Unidos	350	99
Canadá	330	67
Brasil	289	54
China	203	60
Rússia	150	44
Noruega	115	27
Japão	90	21
Índia	76	22
Suécia	73	16

A importação de petróleo, que representava cerca de 50% no passado, tem caído lentamente e se encontra abaixo do patamar de 30%. A situação das reservas brasileiras de combustíveis fósseis não é encorajadora. Para o petróleo e gás, estas reservas não são superiores a 20 anos, mesmo considerando os recursos medidos e reservas estimadas.

Um quadro de dificuldade para o atendimento do mercado surgiu a partir de maio de 2001, impondo diversas ações governamentais e de toda a sociedade.

Há anos engenheiros, economistas e executivos envolvidos com sistema energéticos têm sido frequentemente conclamados a conservar energia e reduzir desperdícios nos mais variados níveis de produção e consumo. De fato, usar bem a energia é uma forma inteligente de gerir adequadamente as demandas e melhorar a produtividade em qualquer contexto, com benefícios ambientais e econômicos, tanto em escala local como para toda a nação (Haddad et al., 2001).

Um primeiro momento em que a conservação de energia se destacou foi exatamente a partir dos choques de petróleo ocorridos na década de 70, que impuseram a necessidade de se economizar petróleo e seus derivados como consequência da elevação brusca dos preços internacionais deste insumo. À conjuntura recessiva da década de oitenta seguiu-se uma relação no consumo de energia elétrica, gerando um excedente que seria

comercializado sob a denominação de Energia Garantida por Tempo Determinado – EGTD. Essa iniciativa combinou-se perfeitamente com a anterior, sendo verificada uma crescente utilização da eletricidade para fins térmicos. A eletrotermia contribuiu significativamente para a redução do consumo dos derivados, introduzindo novos patamares de eficiência da indústria e abrindo um mercado até então inexplorado pelas concessionárias de energia. Ocorre que aqueles excedentes de eletricidade não eram perenes e o aviltamento das tarifas combinou-se perversamente com a retomada do crescimento da economia, anunciando desde então a crise que eclodiria quinze anos após. A energia permeia todos os setores da sociedade – economia, trabalho, ambiente, relações internacionais -, assim como as nossas próprias vidas pessoais – moradia, alimentação, transporte, lazer e muito mais. O uso dos recursos energéticos nos libertou de muitos trabalhos penosos e tornou nossos esforços mais produtivos. Os seres humanos já dependeram muito de sua força muscular para gerar energia necessária para a realização de trabalho. Hoje, menos de 1% do trabalho feito nos países industrializados depende da força muscular como fonte de energia. Os suprimentos de energia são fatores limitantes primordiais do desenvolvimento econômico (Hinrichs e Kleinbach, 2003). A tabela 2.3 apresenta um demonstrativo do consumo mundial de energia comercial:

Tabela 2.3 Consumo Mundial de Energia Comercial de 1970 e 1999 (BP, 2000)

Região	1970		1999	
	Consumo de Energia	Per capita	Consumo de Energia	Per capita
	(10^{16} J)	(10^9 J/pessoa)	(10^{16} J)	(10^9 J/pessoa)
Países em desenvolvimento	31	12	137	34
América Latina	8	26	16	49
Ásia	19	10	110	34
África	4	10	11	22
Países Industrializados	129	180	183	221
Economias de planejamento centralizado	44	120	38	128
Mundo	203	55	358	70

O mundo se tornou muito interdependente, e, assim, o acesso a recursos energéticos adequados e confiáveis é central para o crescimento da economia. Cerca de 40% da economia global vem do petróleo, muito do qual é importado do Golfo Pérsico pelas nações industrializadas. A figura 2.3 apresenta dados sobre as reservas mundiais de petróleo:

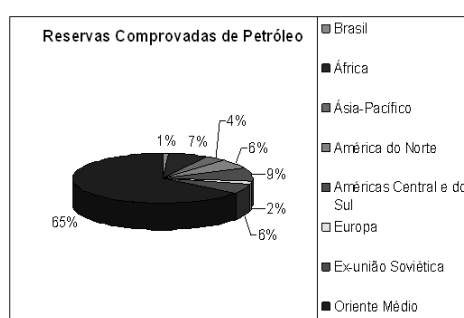


Figura 2.3 Reservas Mundiais de Petróleo (ANP, 2002)

Da região do Golfo Pérsico, o Japão importa mais de dois terços do seu petróleo, os Estados Unidos, 20%, e a França, um terço de suas necessidades de petróleo (Hinrichs e Kleinbach, 2003). A figura 2.4 demonstra o consumo mundial de petróleo levando em consideração países:

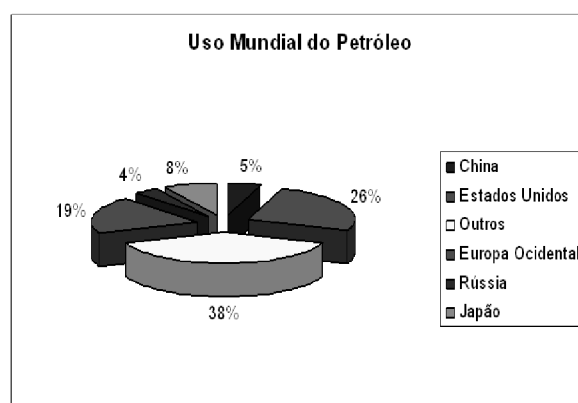


Figura 2.4 Consumo Mundial de Petróleo (USDE, 1998)

2.2 A BUSCA DE MELHORIA NA EFICIÊNCIA

Segundo Pilavachi (1992), a melhoria na eficiência e do uso final da energia oferece a oportunidade e uma boa alternativa para atender às exigências energéticas de um mundo crescente.

Com o desenvolvimento e crescimento da sociedade, a satisfação da utilização da energia para uso residencial, comercial, o transporte e atender as necessidades de energia industrial ainda são muito ineficientes. Do ponto de vista da engenharia, isto representa uma baixa eficiência, e o potencial teórico necessário para a melhoria é enorme. Não obstante, este valor baixo representa uma oportunidade para as grandes economias, pois nenhuma barreira científica existe para impedir as melhorias. Tecnologias para economizar energia deverão surgir para melhorar iluminação, os sistemas de aquecimento, ar-condicionados, assim como novos projetos para veículos e processos de manufatura industrial (Op. Cit., 1992).

Entretanto, fazem-se necessárias medidas para reduzir o consumo sem prejudicar – se possível – o crescimento da economia brasileira.

A tabela 2.4 demonstra dados setoriais do consumo de eletricidade:

Tabela 2.4 Consumo Setorial de Eletricidade (BEN / MME, 2006)

Composição Setorial do Consumo de eletricidade	Unidade: %			
	2003	2004	2005	2006
Identificação				
Consumo Final (mil tep)	29.430	30.955	32.267	33.536
Setor Energético	3,5	3,7	3,6	3,7
Residencial	22,3	21,8	22,2	22,0
Comercial	14,1	13,9	14,3	14,2
Público	8,7	8,4	8,7	8,5
Agropecuário	4,2	4,1	4,2	4,2
Transportes	0,3	0,3	0,3	0,4
Industrial	47,0	47,8	46,7	47,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

O consumo de combustível (gasolina para transporte) cresceu nos últimos anos devido ao aumento da frota de automóveis. Existem dois programas governamentais cuja função é promover tal procedimento. O Procel (Programa de Conservação de Eletricidade da Eletrobrás) e o Compet, na área de petróleo, conduzido pela Petrobrás, de menor monta (Goldemberg, 1998).

2.3 TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS PARA A ENERGIA

De acordo com estudos realizados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE (2005), a liberação do mercado energético e os condicionantes de meio ambiente configuram um cenário futuro orientado para a diversificação da matriz energética com um aumento significativo de energias limpas e um incremento na eficiência dos processos. Existe uma forte tendência mundial em se priorizar desenvolvimento de P&D na direção de tecnologias que contribuam para conferir maior sustentabilidade ambiental, maior qualidade de energia e segurança no fornecimento.

O Brasil apresenta situação privilegiada em termos de utilização de fontes renováveis, que representam 41% da oferta interna da energia, enquanto que a média mundial é de 14%. Conforme indicado pelas tendências mundiais, o consumo mundial de energia deverá aumentar 54% no período de 2001 a 2025, passando de 404 quatrilhões de BTUs, em 2002, para 623, em 2025 (figura 2.5). O uso de energia nos países em desenvolvimento d e v e r á aumentar mais rapidamente do que em outras regiões nas próximas décadas.

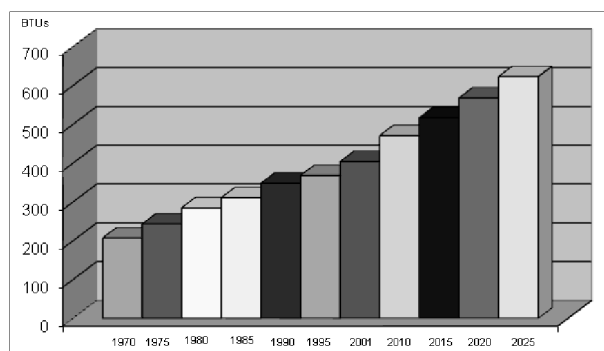


Figura 2.5 Tendências Mundiais para Energia (EIA, 2004)

Com relação às diferentes fontes de energia e sua participação na matriz energética nacional, algumas premissas básicas devem ser consideradas:

I) a importância da Hidroeletricidade é significativamente maior que na grande maioria dos países e deverá continuar a ser a mais importante fonte de eletricidade no país nas próximas décadas;

II) a produção de petróleo nacional deverá atingir níveis de autossuficiência nos próximos anos, sendo resultante de significativos investimentos em P&D, prospecção e exploração;

III) o gás natural representa cerca de 3% da energia primária produzida no país, em torno de 10 vezes menor que o petróleo. As diretrizes da política energética nacional estabelecem que esse combustível deverá responder por 12% da energia primária em 2010;

IV) o carvão mineral é o combustível fóssil mais abundante no país, mas que apresenta dificuldades para competir com outras energias alternativas seja para a geração de eletricidade ou para fins térmicos, devido a sua baixa qualidade;

V) o carvão vegetal tem sido um componente importante da matriz energética nacional, sendo grande parte de seu consumo realizado na indústria de ferro e aço;

VI) a energia nuclear defende a proposta de desenvolver até 2010 os conceitos de sistemas núcleo-elétricos mais promissores e mapear as tecnologias mais relevantes e viáveis para o país;

VII) os usos de biomassa para fins de geração de energia são interessantes para o país,

especialmente para usos finais com maior conteúdo tecnológico como geração de eletricidade, produção de vapor e combustíveis para transportes;

VIII) a produção de biogás, com formação e adaptação adequada de aterros sanitários está sendo promovida, em larga escala, inclusive para evitar a emissão de metano (estimada hoje em 20-60 milhões de toneladas por ano, no mundo);

IX) o etanol da cana de açúcar representa um caso de sucesso tecnológico para o país. A indústria da cana mantém o maior sistema de energia comercial de biomassa no mundo através da produção de etanol e do uso quase total de bagaço para geração de eletricidade;

X) a tecnologia de produção de metanol a partir de biomassa evoluiu muito nos últimos anos, apresentando maior eficiência de conversão e menores custos, mas o conceito de integração completa da gaseificação, limpeza do gás e síntese do metanol não é ainda comercial;

XI) o uso de óleos vegetais em motores diesel (biodiesel) tem sido testado desde o surgimento desse tipo de motor no século 19. Atualmente, a iniciativa de elaboração do programa Probiodiesel pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) prevê o desenvolvimento tecnológico em especificações técnicas, qualidade e aspectos legais, viabilidade socioambiental, competitividade técnica e viabilidade econômica;

XII) a geração de energia através da conversão fotovoltaica tem sido preferível à alternativa via térmica. A sua modularidade, favorecendo sistemas distribuídos, já demonstra aplicações para regiões isoladas e poderá ser crescentemente

importante para aplicações de maior porte de 10 - 20 anos interconectadas à rede elétrica;

XIII) a energia solar termelétrica, embora não tenha apresentado grandes aplicações, merece atenção e seu conhecimento deve estar sempre atualizado, sobre tudo em tecnologias mais promissoras;

XIV) o uso de energia para aquecimento a baixas temperaturas é feito com tecnologias comerciais em todo o mundo, especialmente para aquecimento da água. É também utilizado para processos de secagem e refrigeração;

XV) a energia eólica apresenta um panorama bastante diferente da energia solar, já possui maturidade tecnológica e escala de produção industrial. Hoje essa tecnologia está para se tornar economicamente viável para competir com as fontes tradicionais de geração de eletricidade, além de existir um grande potencial eólico a ser explorado em diversos países;

XVI) as áreas de transmissão e distribuição de energia elétrica, indicam uma tendência para que haja um aumento na complexidade do gerenciamento, principalmente como resultado do avanço das demandas de “economia digital” (qualidade, confiabilidade e precisão), da entrada em larga escala de geração distribuída “moderna” e autogeração e saturação dos sistemas de transmissão e distribuição existentes;

XVII) a implementação de “novos sistemas” tem sido de certa forma atrasada em parte por falta de definição dos papéis dos setores público / privado e dono / operador e, além disso, há o agravante de o país ser fortemente dependente dos avanços tecnológicos do exterior;

XVIII) tecnologias para armazenamento de energia estão merecendo interesse crescente. Começam a surgir “nichos” de mercado para várias escalas de armazenamento decorrentes da desregulamentação do setor de eletricidade, como por exemplo, sistemas de armazenamento em larga escala;

XIX) o uso do hidrogênio como vetor energético tem sido crescentemente estudado e existe já um razoável consenso sobre suas vantagens em sistemas de energia do futuro. A visão é de uma grande complementaridade entre o sistema elétrico e hidrogênio, mas ainda é difícil prever as formas de transporte e armazenamento a serem adotadas. Isso implica em desenvolver sistemas competitivos, capazes de produzir hidrogênio em escalas compatíveis com as opções de geração de energia elétrica no futuro;

XX) a tecnologia de células a combustível tem despertado muito interesse e recebido grandes investimentos internacionais. O Brasil já possui um plano de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) específico para essa área, o programa Brasileiro de Células a Combustível, que identifica grupos de pesquisas e sugere um trabalho em rede;

XXI) o setor de usos finais de energia apresenta grande diversidade tecnológica e grande potencial de introdução de alternativas e modificações. Estão incluídas aqui modificações no comportamento dos usuários de energia (ou instituições), implantação de melhores sistemas de gestão de energia, além de desenvolvimentos e difusão de tecnologias mais eficientes. O Brasil ainda não possui uma estimativa do potencial econômico de introdução de tecnologias mais eficientes,

XXII) O meio ambiente representa uma questão de central importância para direcionar o desenvolvimento tecnológico do setor de energia, seja no país, como internacionalmente. Áreas como o gerenciamento de riscos, atendimento de acidentes ambientais e recuperação de passivos ambientais, deverão concentrar atividades de P&D.

A tabela 2.5 demonstra a composição setorial do consumo final energético de biomassa:

Tabela 2.5 Consumo setorial de biomassa (BEN/MME, 2006)

Composição Setorial do Consumo Final Energético de Biomassa (*)	Unidade: %			
Identificação	2003	2004	2005	2006
Consumo Final Energético (mil tep)	49.679	52.840	54.726	57.409
Setor Energético	14,8	14,1	14,7	15,6
Residencial	17,0	16,2	16,0	15,3
Comercial e Público	0,3	0,3	0,3	0,2
Agropecuário	4,0	4,0	4,0	3,9
Transportes	11,7	12,2	12,7	11,1
Industrial	52,2	53,2	52,3	53,8
Cimento	0,8	1,0	0,9	0,5
Ferro-Gusa e Aço	8,2	9,3	8,8	8,1
Ferro-Ligas	1,2	1,2	1,2	1,2
Mineração e Pelotização	0,0	0,0	0,0	0,0
Não Ferrosos e Outros Metais	0,0	0,0	0,0	0,0
Química	0,4	0,3	0,3	0,1
Alimentos e Bebidas	27,5	27,5	27,2	29,7
Têxtil	0,2	0,2	0,2	0,2
Papel e Celulose	9,3	9,1	9,3	9,7
Cerâmica	3,1	3,1	3,2	3,1
Outros	1,4	1,4	1,3	1,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

* Inclui: bagaço de cana, lenha, carvão vegetal, outras fontes primárias renováveis e álcool.

Conforme Bassam (1998a), é estimado que apenas dois bilhões de pessoas ao redor do mundo possuem acesso a modernos recursos energéticos. Entretanto, sabe-se que a energia é absolutamente essencial para o desenvolvimento, mas recebe

relativamente pouca atenção no que se refere à matéria em nível nacional e internacional. A magnitude da energia consumida *per capita* deve ser um dos indicadores para a modernização e o progresso de um país.

A demanda e as reservas de energia devem ser monitoradas com muita atenção. Consequências ambientais do consumo de energia têm sido negligenciadas durante um longo período de tempo. O mundo continua a procurar energia para satisfazer suas necessidades sem considerar questões sociais, ambientais, econômicas e impactos seguros do uso da energia. Muitas crises surgirão no planeta por causa da exploração de materiais, particularmente fontes de energia (Bassam, 1998a).

Portanto, a exploração de muitos desses recursos é prejudicial, especialmente em reservas adicionais a serem encontradas, principalmente considerando os raros recursos que ainda sobram, cujos cuidados representam um grande desafio para a humanidade. Deve haver uma aproximação na utilização da energia limpa, pois são insustentáveis as não renováveis. Toda fonte de energia renovável pode geralmente dar uma grande contribuição, especialmente a pequeno e médio prazo. Uma variedade de energia pode ser convertida utilizando existentes e recentes tecnologias de conversão, e desse modo obter em potencial novas fontes de energia significantes para o século XXI (Op. Cit., 1998a).

Pensar em melhorar a matriz energética deve ser primordial, independente do crescimento econômico momentâneo. A energia deve ser tratada como matéria-prima em sentido amplo. Mesmo que a produção represente um crescimento econômico inferior às previsões, deve ser desvinculado o paralelismo tradicional entre o crescimento econômico e energético (Druker, 1996).

A política energética estabelecida tem sido guiada por uma consecução de objetivos em várias áreas de relação, integração de mercado, segurança, preços, impacto ambiental,

crescimento regional e tecnologia. Entre as projeções e predições, existe a evidência da necessidade de grande demanda para a humanidade quando se analisa o futuro (Urquijo, 1998).

2.4 Uso Racional e Eficiente da Energia

O uso racional de energia implica algumas transformações no setor industrial para melhoria do sistema, sendo implantadas novas tecnologias e certo investimento em P & D. Entretanto, em conformidade com isso, a Agência Nacional de Petróleo (2007), para que a comunidade possa participar de modo mais efetivo nas ações de racionalização do uso de energia aponta que é necessário primeiramente que se tenha um conhecimento mais abrangente sobre como funcionam os sistemas de geração, consumo e uso eficiente de energia e os decorrentes impactos econômicos e ambientais.

Em todo programa de racionalização do uso de energia existirão alguns pontos principais a serem observados:

- eliminação de desperdícios;
- aumento da eficiência intrínseca dos equipamentos;
- preservação do meio ambiente pelo controle das emissões de poluentes;
- reaproveitamento dos recursos naturais, através de reciclagem e otimização do consumo;
- mudança de hábitos e padrões da sociedade, para reorganização das relações de localização e transporte, assim como a valorização de produtos e serviços mais econômicos em termos de consumo energético;

Segundo Goldemberg (2000), nos países em desenvolvimento, a indústria foi estabelecida tardiamente: nas antigas colônias, a maior parte dos produtos industrializados era importada da Europa ou dos EUA, com exceção de alguns bens produzidos localmente, sobretudo por métodos artesanais. Ao longo dos anos, à medida que os mercados locais cresciam, máquinas ou fábricas inteiras foram transferidas para os países em desenvolvimento e

serviram como a base para o desenvolvimento local. Geralmente, o equipamento era usado ou obsoleto, mas ainda assim servia à finalidade de produzir bens de consumo de baixa qualidade. Na maioria dos casos, o equipamento era ineficiente e apenas recentemente as melhorias feitas nos países industrializados começaram a chegar aos países em desenvolvimento. A integração de muitos deles na economia internacional e o aumento no comércio e nas exportações estão levando a uma modernização do desenvolvimento industrial de muitos desses países.

Atualmente a eficiência global de conversão de energia primária em energia útil é de aproximadamente um terço (33%). Em outras palavras, dois terços da energia primária são dissipados no processo de conversão, principalmente sob a forma de calor a baixas temperaturas. Nos próximos 20 anos, a quantidade de energia primária poderá ser reduzida de 25% a 35% nos países industrializados com ganhos econômicos significativos. Reduções de mais de 40% poderão ser obtidas na economia em transição da Europa Oriental e ex-União Soviética. Nos países em desenvolvimento, que se caracterizam por um alto índice de crescimento econômico e também por uma grande presença de equipamentos obsoletos, os potenciais de melhora são ainda maiores, entre 30% e 45% (Goldemberg, 2000).

Os principais ganhos poderão ser obtidos em diversas áreas. A tabela 2.6 apresenta as ofertas de energias por áreas considerando o PIB:

Tabela 2.6 Oferta de Energia por Áreas / PIB (BEN / MME, 2006)

Oferta Interna de Energéticos / PIB	Unidade: tep/10 ³ US\$ (2006)			
Especificação	2003	2004	2005	2006
Petróleo e Derivados/PIB	0,086	0,084	0,082	0,080
Hidráulica e eletricidade/PIB	0,031	0,031	0,031	0,031
Carvão Mineral e Derivados/PIB	0,014	0,014	0,013	0,013
Lenha e Carvão Vegetal/PIB	0,027	0,028	0,028	0,027
Produtos de Cana de Açúcar/PIB	0,029	0,029	0,029	0,031

2.4.1 Conservação de Energia no Setor Industrial

Há diversas “tecnologias horizontais” de conservação de energia que são empregadas em muitas indústrias, podendo ser de dois tipos: componentes básicos dos equipamentos em todas as áreas da indústria; e tecnologias para aplicações individuais. Na categoria de *componentes básicos* estão incluídos:

- motores/engrenagens, desenvolvimento de controladores de motor mais rápidos e mais inteligentes (com novos sistemas eletrônicos de potência);
- caldeiras para a produção de vapor ou de água quente (usando queimadores de pequena emissão);
- compressores com *superisolamento* contra barulho para uso direto nos lugares de trabalho;
- sistemas de manejo energético para processos industriais e construções.

Na categoria de *tecnologias com aplicações individuais*, podem ser incluídos:

- controle de processo (novos sensores, microeletrônica);
- separação de substâncias a baixas temperaturas (por meio de membranas);
- processamento a laser (têmpera, corte e perfuração de buracos no aço);
- aquecimento infravermelho, secagem;
- aquecimento solar para a indústria (especialmente nos climas mais quentes).

No que tange a energia, o balanço de entradas e saídas são comparados uns contra os outros e as suas conclusões no que diz respeito à eficiência energética de uma área, um produto ou tecnologia são estudadas e programadas a partir desses parâmetros. Balanços energéticos são especialmente interessantes para estudar as fontes de energia produzida (Scholz, 1998). A tabela 2.7 apresenta o consumo final de energia por setores:

Tabela 2.7 Consumo Final de Energia por Setor (BEM / MME, 2006)

Consumo Final Energético	Unidade 10 ³ tep			
Setores	2003	2004	2005	2006
Consumo Final Energético	169.622	178.152	182.687	188.574
Serviços	56.370	59.893	61.362	62.354
Comércio e outros (1)	8.210	8.461	8.903	9.083
Transportes	48.160	51.432	52.459	53.270
Agropecuário	8.152	8.276	8.358	8.550
Indústria	68.367	72.217	73.496	76.757
Extrativa mineral (2)	2.495	2.642	2.905	3.013
Transformação	65.872	69.575	70.591	73.745
Não Metálicos (3)	5.935	5.864	6.243	6.620
Metalurgia (4)	23.185	24.806	24.502	24.292
Química	6.547	7.115	7.168	7.364
Alimentos e Bebidas	16.659	17.599	17.926	20.122
Têxtil	1.080	1.186	1.202	1.213
Papel e Celulose	7.120	7.299	7.684	8.016
Outros	5.346	5.707	5.866	6.118
Energético	15.832	16.409	17.643	18.823
Residencial	20.902	21.357	21.827	22.090

- (1) Corresponde aos setores: comercial e público
 (2) Corresponde a mineração e pelotização
 (3) Corresponde aos setores cimento e cerâmica
 (4) Corresponde aos setores ferro-gusa e aço, ferro-ligas e não-ferrosos.

2.4.2 A Energia no Setor Residencial

Aproximadamente vinte por cento de toda a energia usada nos países da União Europeia é consumida em casas e apartamentos, sendo que a situação não é muito diferente no resto do mundo. A tabela 2.8 demonstra dados no Brasil relativos à oferta interna de energia:

Tabela 2.8 Oferta Interna de Energia / PIB / População (BEN / MME, 2006)

Especificação	Unidade	2003	2004	2005	2006
Oferta Interna de Energia –OIE	10 ⁶ tep	201,9	213,4	218,7	226,1
Produto Interno Bruto-PIB	10 ⁹ US\$ (06)	946,0	1.000,1	1.029,5	1.067,6
População Residente-POP	10 ⁵ hab	179,0	181,6	184,2	186,8
OIE/PIB	tep/10 ⁹ US\$	0,213	0,213	0,212	0,212
OIE/POP	tep/hab	1,128	1,175	1,187	1,211

Nos países industrializados, onde o problema de moradia da população já foi em boa parte resolvida, a tarefa é, principalmente, readaptar as construções existentes, o que poderá significar considerável economia de energia.

Nos países em desenvolvimento, cujo problema é diferente porque há um enorme “déficit” de moradias, grandes economias podem ser obtidas melhorando o projeto e a construção de novos prédios. Essa é uma área muito promissora, pois a experiência mostra que para construir um prédio mais eficiente custa apenas um pequeno percentual a mais do que um convencional. A tabela 2.9 demonstra a distribuição dos consumidores de energia elétrica segundo faixas de consumos por grandes regiões:

Tabela 2.9 Distribuição de Consumidores de Energia Elétrica no Brasil (MME, 2001)

Faixa consumo residencial	Consumidores Sul/Centro Oeste	Consumidores Nordeste
Até 100 KWh	29,7%	63,1%
Entre 100 e 200 KWh	35,3%	24,8%
Entre 200 e 500 KWh	30,8%	10,0%
Acima de 500 KWh	4,2%	2,1%

O padrão de consumo de energia elétrica residencial no Brasil é inferior ao de outros países. O Brasil ocupa a 80ª posição entre os países consumidores de energia residencial, uma colocação incompatível com a posição econômica ocupada pelo país, que se encontra entre a nona e décima colocação. No ano 2000, o consumo médio mensal foi de 172 KWh, inferior aos 176 KWh de 1999. O baixo consumo no Brasil é decorrente da elevada concentração de renda e desigualdade social que negam para grande parcela da população o acesso às condições de consumo próprias do capitalismo, que têm na energia elétrica um dos principais componentes (Instituto Ilumina, 2001).

No aspecto regulatório, ações importantes podem ser tomadas, tais como:

- códigos de construção para os prédios existentes;
- códigos de construção para novos prédios (bem rigorosos, pois seria mais caro retardar sua introdução e depois adicionar melhorias comparáveis em prédios existentes);

- certificados energéticos para os prédios;
- incentivos financeiros (redução de impostos, financiamento) para prédios energeticamente eficientes.

Na Suíça, por exemplo, os prédios construídos atualmente consomem, por metro quadrado, apenas metade da energia consumida 20 anos atrás, o que foi obtido graças a códigos de construção mais rigorosos. No que concerne a tecnologias específicas, há três áreas principais de ação: aparelhos domésticos, iluminação e aquecimento ambiental. Os aparelhos domésticos, especialmente os elétricos, estão sendo cada vez mais utilizados. Há, portanto, amplas oportunidades para melhorias técnicas em cada uma das seguintes áreas:

- refrigeração (incorporando isolamento livre de CFC que é mais eficiente, usando *aerogel*, e painéis cheios de gás e placas de vácuo);
- novos tipos de aparelhos para cozinhar (microondas avançados, indução eletromagnética) e isolamento do forno melhorado;
- aquecedores de madeira eficientes;
- máquinas de lavar mais modernas (exigindo menos água para aquecer, temperaturas de lavagem menores e secagem mecânica a velocidades de rotação maiores, que reduzem as necessidades térmicas);
- aparelhos de televisão e computadores de baixo consumo de energia;
- equipamentos de escritório (aparelhos de fax com perdas reduzidas em *stand by*).

A iluminação é uma área na qual o potencial para se economizar energia pela readaptação de velhos sistemas é da ordem de 60%. São possíveis até economias maiores com a incorporação de “arquitetura solar passiva” no projeto de novos prédios.

As áreas específicas são:

- lâmpadas e refletores de alta eficiência;
- controle automático da iluminação artificial como uma função da luz do dia;

- sensores que controlam a iluminação de um ambiente de acordo com a sua ocupação;
- sistemas avançados de controle de luz mais próxima.

A tabela 2.10 demonstra dados do setor residencial considerando energia e população:

Tabela 2.10 Dados do Setor residencial considerando Energia e População (BEN / MME, 2006)

Especificação	Unidade	2003	2004	2005	2006
Consumo Final de Energia (1)	10 ³ tep	20.902	21.357	21.827	22.090
Consumo Final de Energia Cocção (2)	10 ³ tep	14.339	14.586	14.672	14.710
Consumo de Eletricidade (3)	GWh	76.143	78.577	83.193	85.810
População Residente (4)	10 ⁶ hab	179,0	181,6	184,2	186,8
(1)/(4)	tep/hab	0,117	0,118	0,119	0,118
(2)/(4)	tep/hab	0,080	0,080	0,080	0,079
(3)/(4)	MWh/hab	0,425	0,433	0,452	0,459

(2) Consumo Final Energético para cocção considera GLP, gás canalizado, lenha e carvão vegetal, inclusive o Gás Natural.

O aquecimento ambiental e água quente são frequentemente produzidos em conjunto. Assim, as técnicas para melhorar a eficiência podem ser aplicadas simultaneamente a ambos. Exemplos são os seguintes:

- aquecedores de água com condensadores;
- aquecedores solares de água;
- aquecimento distrital;
- bombas térmicas avançadas com custo competitivo para fornecer aquecimento e refrigeração;
- reaproveitamento do calor desperdiçado por condicionadores de ar, sistemas de refrigeração, etc., para aquecimento local de água.

2.4.3 Energia e Transporte

O setor de transporte representa 22% do consumo total de energia dos países industrializados, principalmente pelos automóveis. Embora esse seja o setor de crescimento mais rápido,

a taxa de aumento na demanda por energia no transporte rodoviário tem diminuído na maioria destes países desde o final da década de 60. Isso reflete tanto uma melhoria na eficiência dos veículos quanto uma redução no número de automóveis por moradia. Contrastando com isso, o número de moradias com dois ou mais automóveis cresceu sistematicamente nas últimas décadas. A tabela 2.11 apresenta o consumo de energia no setor de transportes:

Tabela 2.11 Consumo de Energia do Setor de Transportes considerando PIB (BEN / MME, 2006)

Especificação	Unidade	2003	2004	2005	2006
Consumo Energia Setor (1)	10 ³ tep	48.160	51.432	52.459	53.270
Consumo Exceto Gasolina, Alcool e Gás Natural (2)	10 ³ tep	28.083	30.001	30.190	30.352
PIB do Setor (3)	10 ⁹ US\$	44,4	47,0	50,4	52,3
PIB total (4)	10 ⁹ US\$	945,6	999,5	1.028,5	1.066,6
(1)/(3)	tep/10 ³ US\$	1,08	1,09	1,04	1,02
(2)/(3)	tep/10 ³ US\$	0,63	0,64	0,60	0,58
(1)/(4)	tep/10 ⁹ US\$	0,051	0,051	0,051	0,050

Nos países em desenvolvimento, o transporte representa 14% do consumo total de energia, mas o número de automóveis é de aproximadamente 20 por 1.000 pessoas, comparado com 600/1.000 pessoas nos países industrializados. Se a utilização dos automóveis, em todo o mundo, alcançasse os níveis dos países da OECD, os problemas ambientais tornar-se-iam insolúveis. O congestionamento e o uso de terra para as estradas imporiam tensões adicionais em diversos países como, por exemplo, na China.

As soluções técnicas para melhorar a eficiência e reduzir as emissões do setor de transporte são:

- melhoria na eficiência do motor, aumentando o desempenho com o qual a energia no combustível é convertida em trabalho útil para mover o automóvel. A eficiência do motor é o produto de dois fatores: *eficiência térmica*, que reflete quanta energia de combustível é convertida em trabalho para mover o motor e o

veículo; e a *eficiência mecânica*, que representa a fração deste trabalho que é transmitida pelo motor ao veículo;

- uso de combustíveis alternativos a gasolina e a óleo diesel.

A eficiência térmica pode ser melhorada, em princípio, aumentando a taxa de compressão dos motores a gasolina, passando dos atuais nove para cerca de quinze, o que resultaria numa melhora da eficiência térmica nominal de aproximadamente 15%. Na prática, os ganhos são menores não apenas porque o atrito aumenta com a taxa de compressão, mas também porque crescem os efeitos de parede (esfriamento e combustível não queimado associado com a superfície).

O aproveitamento da energia do gás de escape pode também ser significativo. Os gases de escape contêm aproximadamente 40% da energia do combustível usado pelo veículo, embora a qualidade dessa energia seja baixa por causa da temperatura reduzida. Uma melhora na eficiência mecânica pode ser alcançada diminuindo a potência exigida do motor ao reduzir a resistência do ar e de rotação, o peso, o atrito do sistema de transmissão de potência e as cargas acessórias do veículo. Ao contrário da eficiência térmica, para a qual não se pode esperar eficiências maiores de 50% devido às limitações dos ciclos termodinâmicos, é possível aumentar a eficiência mecânica média dos 40% atuais para aproximadamente 65%.

Turbinas a gás têm sido propostas para veículos devido a seu baixo peso, pequeno ruído e redução de emissões de escape e alta eficiência. Abaixo de 100 kW, contudo, elas atualmente são muito caras e ineficientes, tornando-as, assim, inconvenientes para uso na maioria dos automóveis (Goldemberg, 2000).

2.5 Perspectivas da Energia no Brasil

Conforme Goldemberg (1998), as reservas brasileiras de combustíveis fósseis não são muito grandes, mas deverão ser capazes de suprir as necessidades nacionais, durante 20 a 30 anos; deve ainda ser considerado o potencial. Contudo, a única

solução permanente que poderá manter um desenvolvimento sustentado, não durante 20 ou 30 anos, mas durante muitas décadas, é o uso de fontes renováveis de energia. Outras possibilidades referem-se ao uso das tecnologias de vanguarda, como células fotovoltaicas entre outras formas de captação direta da energia solar. Entretanto, estão ainda em estágio incipiente, não impedindo, porém, que sejam consideradas importantes no futuro. Elas têm sido consideradas caras e pouco confiáveis, mas a experiência internacional demonstra que a situação está mudando e que seus custos estão próximos de valores considerados competitivos em muitas situações, sobretudo em sistemas isolados.

A energia nuclear para a produção de eletricidade – do ponto de vista técnico – poderia também constituir outra possibilidade, mas encontra sérias dificuldades de aceitação pela sociedade. Este não é apenas um problema nacional e qualquer decisão no sentido de aumentar substancialmente o uso de energia nuclear no Brasil requererá decisões políticas da maior importância, cujo resultado é impossível prever (Goldemberg, 1998).

A tabela 2.12 (cf. próxima página) aponta um panorama da energia nuclear no mundo.

Além da tradicional regulação do sistema elétrico, os Estados foram compelidos a se ocupar da defesa do meio ambiente e criar os correspondentes organismos executivos.

No campo restrito das relações entre energia e meio ambiente, e no horizonte de duas ou três décadas, a nossa tarefa deve consistir em conter a expansão da demanda de energia e assegurar o seu suprimento mediante a utilização das fontes e processos disponíveis no período que resultem no menor dano possível ao meio ambiente. No Brasil isso foi feito com ampla legislação e insuficiente capacidade de gestão. Impõe-se atribuir grande atenção à contenção da demanda via conservação de energia que é, em tese, a solução ótima, tanto do ponto de vista físico como ambiental, no curto e no médio prazo (Leite, 2007).

Tabela 2.12 Energia Nuclear no Mundo (USDE, 1999)

Em operação			Em construção
País	Número de Unidades	MW Totais	Número de Unidades
Alemanha	19	21.000	
África do Sul	2	1.842	
Argentina	2	935	1
Armênia	3	380	
Bélgica	7	5.700	
Brasil	1	630	1
Bulgária	6	3.520	
Canadá	14	10.300	
China	3	2.100	4
Coreia do Sul	14	11.400	6
Eslováquia	5	2.030	1
Eslovênia	1	620	
Espanha	9	7.400	
Estados Unidos	104	96.980	
Finlândia	4	2.510	
França	58	61.700	1
Hungria	4	1.730	
Índia	10	1.780	6
Japão	52	43.200	1
Lituânia	2	2.500	
México	2	1.300	
Países Baixos	1	450	
Paquistão	1	125	1
Reino Unido	35	13.000	
Romênia	1	630	
Rússia	29	19.800	3
Suécia	12	9.930	
Suíça	5	3.120	
Taiwan	6	4.880	
Tchecoslováquia	4	1.630	2
Ucrânia	14	12.150	2
Total Mundial	425	342.390	29

Outro tema de dimensão internacional é o uso crescente de combustível líquido renovável. Por razões ambientais, o álcool e o biodiesel têm sido comercializados de forma crescente em vários países. Apesar do interesse ambiental, o grande argumento econômico é a possibilidade de produzir combustível local criando empregos para a população rural (Goldemberg e Moreira, 2005).

Nos últimos meses, fatos apontam desânimo entre empresários brasileiros da área de cogeração a gás natural. As incertezas no abastecimento do produto, as elevações de preços ocorridos com o gás de origem nacional, marcos regulatórios pouco estimulantes, e, especialmente, a presença no mercado de empresas vinculadas a grandes fornecedores, capazes de oferecer condições econômicas e financeiras imbatíveis, tem contribuído para protelar o horizonte de negócios esperado pelos empreendedores independentes. A Rússia é um país que possui mais problemas de suprimento de gás que o Brasil, mas nem por isso deixa de promover investimentos adequados ao uso mais racional da energia, uma diretriz que deveria estar presente na formulação das políticas nacionais (Dantas, 2007).

A busca pela autossuficiência no petróleo é uma política tradicional do setor energético, porém, baseada na necessidade de reduzir gastos financeiros com importação. Entretanto, à medida que o problema da importação perdeu importância graças à grande produção interna de petróleo, é apropriado considerar outros fatos. O investimento em petróleo consome boa parte da renda disponível no país, e uma redução nesse investimento poderia liberar recursos para outros fins economicamente mais produtivos e que poderiam gerar produtos e serviços para exportação (Goldemberg e Moreira, 2005).

São muitas as situações em que a conservação conduz também a resultado econômico positivo mediante aumento da eficiência na produção, transporte e uso final da energia, tornado possível por novos equipamentos, métodos de trabalho e disciplina no consumo final (Leite, 2007).

Mesmo assim, presume-se que persistiria um *déficit* a ser coberto por três tipos de solução que se oferecem: reviver as grandes hidrelétricas; construir a usina de Angra II e preparar a entrada a partir de 2016 da nova geração de nucleares que está saindo da prancheta; e, finalmente, aceitar grandes termelétricas a carvão ou a óleo combustível, já que não há indicação segura de disponibilidade futura de gás natural nem de desatamento do nó a que está preso o setor (Op. Cit., 2007)

É preciso introduzir políticas que permitam controlar o crescimento do consumo de gás no Brasil. Apesar do grande crescimento do uso do gás no País, o setor de geração de energia, que seria o grande usuário, apresentou crescimento modesto e instável. Caso a termelétrica à base de gás natural seja a grande opção do Brasil, as reservas nacionais, apesar de existirem, podem se revelar insuficientes em médio prazo. Nessa opção de planejamento, seguramente necessitaremos de gás importado, e a existência de grande disponibilidade do mesmo na América do Sul justifica plenamente a construção de uma rede internacional de gás nessa região (Goldemberg e Moreira, 2005).

Com relação ao gás natural, as reservas comprovadas brasileiras atingem 219,8 bilhões de m³ e as reservas totais somam 332,5 bilhões de m³, que dão ao Brasil a 41ª colocação no cenário mundial, com 0,1% das reservas (Vichi e Mello, 2003).

A figura 2.6 demonstra a distribuição geográfica das reservas comprovadas de gás natural:

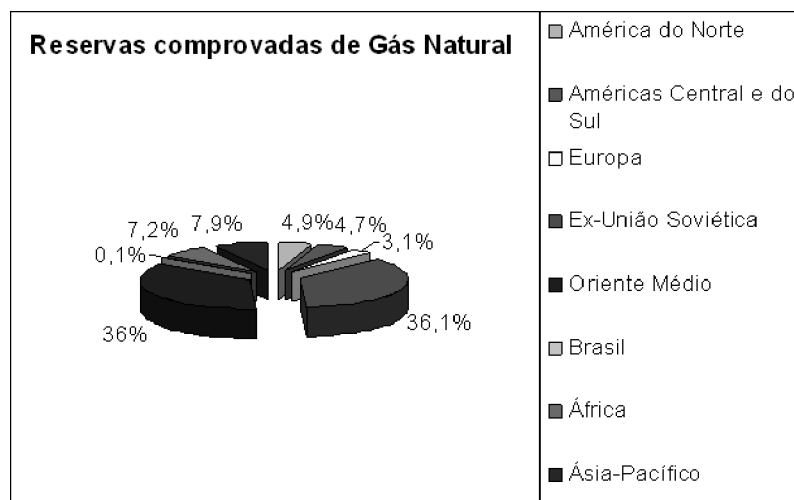


Figura 2.6 Distribuição Geográfica das Reservas de Gás Natural (ANP, 2002)

De qualquer forma a construção da capacidade de oferta de energia há de ser feita mediante um conjunto eclético de projetos realistas, já que não existem soluções que atendam

simultaneamente aos melhores requisitos técnicos, econômicos, ambientais e sociais. O quadro é preocupante, mas não insolúvel, necessitando rever posições intransigentes, estabelecer um diálogo realista e construtivo entre empresários, organismos governamentais e organismos não-governamentais em busca do bem comum incluindo-se membros do Ministério Público (Leite, 2007). Baseado nos resultados passados, na disponibilidade atual das reservas energéticas, nas políticas de desenvolvimento econômico e de preservação do meio ambiente, é possível traçar cenários para a expansão energética brasileira.

O grande número de variáveis envolvido no planejamento energético requer a existência de políticas energéticas complexas. A importância dessas políticas é crescente, visto que o setor energético depende de investimentos privados. Portanto, o papel do governo cada vez mais se restringe ao gerenciamento da expansão, cabendo-lhe a tarefa de definir políticas de interesse da sociedade que nem sempre estariam entre as prioridades do setor privado (Goldemberg e Moreira, 2005).

Produzir energia da biomassa a preços competitivos exige algumas condições naturais mínimas (disponibilidade de grandes áreas agriculturáveis, ampla pluviosidade, temperatura e insolação típicas de países tropicais) e condições econômicas (principalmente mão-de-obra barata), que limitam sua produção em grande escala a alguns poucos países. O Brasil é um deles e por isso precisa definir políticas mais agressivas nesta área (Op. Cit., 2005).

O panorama ambiental apresentado neste capítulo procurou demonstrar de uma forma geral, questões relativas ao consumo de energia. Nota-se através dos dados apresentados que o consumo vem aumentando no decorrer do tempo. O motivo se deve principalmente ao crescimento populacional e econômico dos países. Para que haja desenvolvimento, a energia se faz primordial. Entretanto, algumas formas de produção de energia são altamente poluidoras. Torna-se urgente utilizar os recursos energéticos com racionalidade para se evitar desperdícios. Fontes alternativas de energia consideradas limpas, também devem ser

implantadas com o objetivo de amenização aos danos causados ao planeta. O processo de busca de uso racional da energia, utilização de energias limpas, preservação dos recursos naturais, visa atingir o tão importante desenvolvimento sustentável que será abordado a seguir.

3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Este capítulo aborda questões sobre o desenvolvimento sustentável dignas de atenção, demonstrando as relações da economia mundial com o consumo energético e a necessidade da transformação que se faz urgente em busca da sustentabilidade. É necessário investir no desenvolvimento de novas tecnologias que reduzam os impactos ambientais, minimizar o volume de emissões de poluentes, bem como implantar estações de tratamento de efluentes em organizações e municípios entre outros. A vida dos seres humanos circunda em torno da economia mundial. Para existir o desenvolvimento econômico e atender a demanda significativa da crescente população, torna-se necessário produzir bens e serviços. Para isso, novas organizações surgem a cada dia a fim de manter o ciclo de crescimento. Isso é possível, mas é fundamental que ocorra de maneira sustentável. Entretanto, algumas organizações e indivíduos atuam de forma extrativista, extraindo irracionalmente os recursos naturais, poluindo despreocupadamente o planeta e consumindo com exageros as reservas energéticas mundiais. Cabe enfatizar que existe como manter o ciclo do crescimento humano e econômico, mas deve haver sustentabilidade ambiental neste processo. Para isto, ações de educação ambiental são importantíssimas e vitais para que o crescimento ocorra de modo equilibrado e de forma sustentável.

3.1 Desafios que envolvem o Meio Ambiente

Os desafios atuais para questões que envolvem o meio ambiente são imensos.

Existe uma enorme pressão em relação ao ambiente global devido às emissões industriais de gases que contribuem para o efeito de estufa, bem como o contínuo crescimento da população mundial e o esgotamento dos recursos naturais. O reconhecimento da necessidade de ação, como a vontade e intenção de agir sobre este fato, são passos evolutivos e vitais no sentido de obter o desenvolvimento sustentável. Entretanto, nada significará se estas ideias não forem transformadas em medidas práticas e em políticas governamentais adequadas (Bassam et. al., 1998b).

Os recursos naturais podem ser classificados em dois grandes grupos: os renováveis e os não renováveis. Os recursos renováveis são aqueles que, depois de serem utilizados, ficam disponíveis novamente graças aos ciclos naturais. A água, em seu ciclo hidrológico, é um exemplo de recurso renovável. Além da água, pode-se citar como recursos renováveis a biomassa, o ar e a energia eólica. Um recurso não renovável é aquele que, uma vez utilizado, não pode ser reaproveitado. Um exemplo característico é o combustível fóssil que, uma vez utilizado, não pode ser aproveitado. Dentro dos recursos não renováveis é possível, ainda, identificar duas classes: a dos minerais não energéticos (fósforo e cálcio) e a dos minerais energéticos (combustíveis fósseis e urânio). Os recursos naturais desta última classe são, efetivamente, não renováveis (Braga et. al., 2002)

Entender energia significa entender os recursos energéticos e suas limitações, bem como as consequências ambientais da sua utilização. Energia, meio ambiente e desenvolvimento econômico estão forte e intimamente conectados. Durante as últimas duas décadas, o consumo global de energia aumentou 25%, enquanto o consumo apenas nos Estados Unidos aumentou 15%. Muito desse crescimento global aconteceu nos países menos desenvolvidos. Justamente com este crescimento observou-se o declínio da qualidade do ar urbano e a séria e intensa degradação do solo e das águas (Hinrichs e Kleinbach, 2003). A tabela 3.1 demonstra a emissão, perfis de uso e produtos químicos que contribuem para a destruição da camada de ozônio:

Tabela 3.1 Emissão, Perfis de Uso e Produtos que destroem o Ozônio (WWI, 1989)

Produto Químico	Emissões em 1985 (mil toneladas)	Vida Média na atmosfera *	Aplicações	Taxa de crescimento anual (%)	Contribuição Percentual para a destruição do Ozônio
CFC-11	238	76	Espumas, aerossóis, refrigeração	5	26
CFC-12	412	139	ArCondicionado, refrigeração, espumas, aerossóis	5	45
HCFC-22	72	22	Refrigeração, espumas	11	0
CFC-113	138	92	Solventes	10	12
Halon 1211	3	12	Extintores de incêndio	23	1
Halon 1301	3	101	Extintores de incêndio	—	4
Tricloreto	474	8	Solventes	75	5
Tetracloreto de Carbono	66	67	Solventes	1	8

* Tempo necessário para que 63% da concentração dos produtos químicos sejam eliminadas pela atmosfera.

Como os combustíveis fósseis representam 90% de nosso consumo de recursos energéticos, a humanidade continua a aumentar as emissões de dióxido de carbono, que podem alterar irreversivelmente o clima na Terra, onde as atividades relacionadas com energia são responsáveis por algo em torno de 80% do CO₂ lançado anualmente na atmosfera. Somente os Estados Unidos emitem aproximadamente 21 toneladas métricas/ano. Números comparáveis de outros países são os da Alemanha (11), do Japão (9,3), China (2,8) e Índia (1,1). A maior emissão de CO₂ *per capita* é dos Emirados Árabes Unidos, de aproximadamente 30 toneladas métrica por ano (MT/ano). Como países em desenvolvimento continuam a se expandir, esses números devem crescer. A China tende a substituir os Estados Unidos na emissão de CO₂. A tabela 3.2 lista emissões anuais de carbono pelos países líderes em emissões:

Tabela 3.2 Gases Estufa (Hinrichs e Kleinbach, 2003)

Gás	Fontes	Emissões Dos EUA (MT/ano)	PAG*	Vida média atmosférica (anos)	Concentração em 1995 (ppm)
CO ₂	Combustíveis fósseis, desflorestamento	5.500	1	100	360
Metano	Campos de Arroz, gados e aterros sanitários	300-400	21	10	1,7
Óxidos de nitrogênio	Fertilizantes, desflorestamento	15	310	170	0,31
CFCs	Sprays, aerossóis e refrigerantes	1	1.300 – 12.000	70 - 100	0,003 (átomos de cloro)

PAG* - Potencial de Aquecimento Global

O uso adequado da energia requer que se leve em consideração tanto questões sociais como tecnológicas. De fato, o crescimento sustentável neste século, juntamente com o incremento da qualidade de vida de todos os habitantes do planeta, apenas pode ser possível com uso bem planejado e eficiente dos limitados recursos energéticos e o desenvolvimento de novas tecnologias de energia (Hinrichs e Kleinbach, 2003). A figura 3.1 demonstra a distribuição das emissões globais de CO₂ (22 X 10⁹ toneladas de carbono/ano):

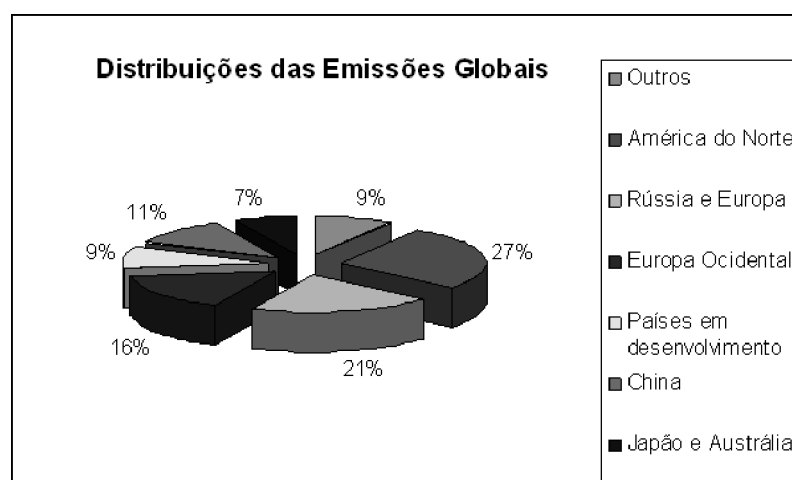


Figura 3.1 Distribuição das Emissões Globais de CO₂ (EPRI, 1998)

A figura 3.2 apresenta a contribuição do CO₂ e outros gases para o aquecimento global:

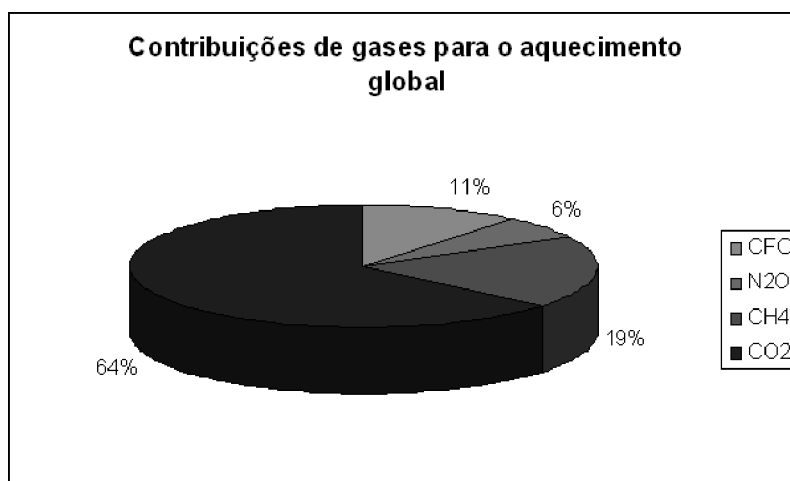


Figura 3.2 Emissões de Gases que resultam no Aquecimento Global (EPRI, 1998)

O consumo de energia no mundo cresce gradualmente. A principal consequência da evolução é o aumento do consumo de combustíveis fósseis e a resultante poluição ambiental em todos os níveis, local, regional e global. Aproximadamente 85% do enxofre lançado na atmosfera (principal responsável pela poluição urbana e pela chuva ácida) originam-se na queima de carvão e petróleo, bem como 75% das emissões de carbono (responsável pelo “efeito estufa”). A tabela 3.3 (cf. próxima página) apresenta os países com as respectivas emissões de dióxido de carbono.

O Brasil encontra-se numa situação em que, por um lado, o consumo de energia está crescendo, o que levará certamente à exaustão rápida das reservas de combustíveis fósseis, e, por outro, o aumento do consumo agrava os problemas ambientais (Goldemberg, 2000). Algumas soluções técnicas para esse dilema são basicamente as seguintes:

Tabela 3.3 Respectivas Emissões de Dióxido de Carbono dos Países (Oak Ridge National Laboratory, 1996)

País	Emissões (bilhões de toneladas/ano)	Emissões per capita (toneladas/ano)
Estados Unidos	5.310	21,2
China	3.370	2,78
Rússia	1.582	10,7
Japão	1.170	9,3
Índia	998	1,06
Alemanha	862	10,5
Reino Unido	558	9,5
Canadá	411	13,8
República da Coreia	407	9,0
Itália	404	7,1
Ucrânia	396	7,7
França	363	6,2
Polônia	356	9,2
México	349	3,7
Austrália	308	17

- melhorar a eficiência com que os combustíveis fósseis são usados, o que reduziria o seu uso e, conseqüentemente, prolongaria a vida das reservas. Com isso, seriam reduzidas as emissões anuais de poluentes. Isto já está ocorrendo porque inúmeros progressos tecnológicos estão sendo feitos o tempo todo, mas estes progressos não têm bastado para diminuir suficientemente a taxa de crescimento com que os combustíveis fósseis são usados;

- aumentar a participação de fontes renováveis de energia, sobretudo as modernas, como a energia dos ventos, células fotovoltaicas e combustíveis obtidos da biomassa, como etanol no Brasil. Hoje, essas fontes representam apenas 2% do consumo mundial;

- acelerar o desenvolvimento e a adoção de novas tecnologias, como células de combustíveis baseadas no uso de hidrogênio, o uso “limpo” de carvão e, eventualmente, energia nuclear em formas que evitem os problemas criados no presente.

As crises energéticas dos anos 70 foram quase completamente esquecidas na década de 80. Contudo, aquela década trouxe uma

crescente preocupação com o nosso ambiente. Inquietações relacionadas com o aquecimento global, a chuva ácida e os resíduos radioativos ainda perseguem a humanidade até os dias atuais, e cada um desses temas está relacionado com a forma como usamos a energia. Apesar de o interesse em ser autossuficiente em energia e de obter uma fonte energética própria ter sido forte nas décadas de 70 e 80, durante a segunda metade dos anos 90 todo público passou a ter outra opção – ser capaz de escolher seu próprio fornecedor de energia (Hinrichs e Kleinbach, 2003).

O consumo *per capita* de energia no Brasil tem crescido a uma taxa anual de 2,2% nos últimos anos, mas o país não precisa repetir a trajetória de desenvolvimento seguida pelos países que são hoje industrializados, nos quais o consumo elevado de energia de origem fóssil resultou em sérios problemas ambientais (Goldemberg, 2000).

A indústria da energia elétrica mudou de um perfil tradicional e altamente regulado para outro, de competição. A partir de 1997, os consumidores passaram a poder comprar energia do fornecedor de sua preferência e o custo da energia passou a não ser o único critério nesta escolha. Muitas pessoas decidiram comprar energia de fornecedores que poluíssem menos, as chamadas alternativas de “energia verde” (Hinrichs e Kleinbach, 2003).

O uso dos nossos recursos energéticos é um dos principais fatores a afetar o ambiente (nosso uso de produtos químicos é outro). O uso da utilização de combustíveis fósseis, observado desde o início da era industrial casou o aumento em torno de 30% da concentração de dióxido de carbono atmosférico e, provavelmente, o aumento da temperatura global. Temperaturas globais elevadas podem levar ao derretimento das geleiras polares e ao aumento dos níveis dos oceanos, o que irá provocar migração das populações das regiões litorâneas do planeta para áreas mais altas. Isto também pode significar mudança nas áreas de agricultura, uma vez que os padrões de precipitação se deslocam em direção ao norte. A tabela 3.4 apresenta um panorama do planeta em quase três décadas:

Tabela 3.4 Mudanças no Panorama do Planeta (Hinrichs, 2010)

	1970	1990	2003
População global	3,1 bilhões	5,4 bilhões	6,4 bilhões
10 ³ toneladas de chumbo emitidas (EUA)	204	5	4
Toneladas de lixo reciclado	8 milhões	49 milhões	73 milhões
Residências utilizando energia solar (EUA)	35 mil	2 milhões	1 milhão
Toneladas de lixo geradas por ano (EUA)	121 milhões	160 milhões	229 milhões
Porcentagem de petróleo importado (EUA)	23%	51%	56%
Porcentagem do orçamento federal investido no meio ambiente (EUA)	3%	1,5%	2,9%
CO ₂ atmosférico – em ppm (EUA)	325	350	370
Emissões globais de CO ₂ – em 10 ³ toneladas/ano	14	21	24,5

A maioria dos equipamentos e processos utilizados nos dias de hoje nos setores de transporte, industrial e residencial foi desenvolvida numa época de energia abundante e barata e quando as preocupações ambientais ou não existiam ou eram pouco compreendidas. Estes são os motivos para que haja tantas oportunidades para melhorias na economia de energia, seja para aumentar a competitividade das empresas, seja para melhorar a imagem pública de indústrias que não são mais poluidoras (Goldemberg, 2000).

3.2 Soluções através de Fontes Renováveis de Energia

As principais fontes renováveis disponíveis já atingiram um bom nível de desenvolvimento tanto do ponto de vista técnico como comercial. Dentre elas, a mais relevante para o Brasil é a energia de biomassa, que representa uma importante contribuição ao consumo de energia no Brasil. A tabela 3.5 abaixo demonstra algumas características mundiais:

Tabela 3.5 Características Mundiais das Tecnologias de Energia Renovável “Energy and Environment Technology to Respond to Global Climate Concerns”, Scoping Study 1994, IAE/OECD, Paris (1994) *apud* Hinrichs and Kleinbach (2003)

Tecnologias	"Status" Técnico (1)	"Status" Comercial Atual (2)
Biomassa		
Rejeitos Agrícolas	P - D	A
"Fazendas" Energéticas	P - D	A
Lixo Urbano	P - D	A
Biogás	D	A
Alcool	M	E
Geotérmica		
Hidrotérmica	M	E
Geopressurizada	D	NE
Rochas secas quentes	P - D	NE
Magma	P	NE
Hidroelétrica		
Pequena Escala	M	A
Grande Escala	M	A
Oceânica		
Marés	M	A
Corrente de maré	P	NE
Ondas Costeiras	P - D	A
Ondas no mar	P	NE
Térmica oceânica	P - D	A
Gradiente de salinidade	P	NE
Solar		
Térmica solar	P - D	NE
Térmica solar	M	E
Arquitetura solar	M - D	E
Fotovoltaica	M - D	A
Termoquímica	M - P	A
Fotoquímica	P	NE
Vento		
Em terra firme	M - D	A
No mar	D	A
Bombas de ar	M	A
(1) P = Pesquisa; D = Demonstrado; M = Maduro		
(2) A = Econômico em certas áreas ou nichos de mercado; E = Econômico; NE = Não econômico		

Os avanços tecnológicos ocorreram, sobretudo, em duas áreas: produção de álcool e cogeração de eletricidade a partir de cana-de-açúcar.

3.2.1 A Produção de Álcool

O desenvolvimento tecnológico das usinas de açúcar e álcool foi inicialmente dificultado pelo baixo nível técnico. Com o aumento na produção, avanços tecnológicos foram introduzidos, através das seguintes formas, nas fases agrícola e industrial:

- uso de variedades selecionadas de cana-de-açúcar;

- redução do consumo de combustível na maquinaria e mecanização da colheita;
- acoplamento de vários “contêineres” a um veículo para a transferência da cana-de-açúcar;
- manejo dos resíduos agrícolas, como a utilização do vinhoto para fertilizantes e a limpeza da cana sem a necessidade de lavagem, que leva a perdas de 1% a 2% do açúcar;
- extração do suco, 45% superior ao de 1975, com redução da energia utilizada por tonelada de cana;
- tratamento do suco e fermentação, graças à fermentação contínua e o controle biológico;
- destilação, devido a melhorias nos equipamentos e mudanças no conteúdo do álcool da mistura.

Outras reduções de custo de aproximadamente 23% poderiam ser obtidas nos próximos anos simplesmente adotando tecnologias disponíveis. É provável, portanto, que a taxa média de redução de custo (aproximadamente 4% ao ano na última década) possa ser mantida por vários anos (Goldemberg, 2000). A tabela 3.6 demonstra a tendência de redução de custo da produção de etanol no Estado de São Paulo:

Tabela 3.6 Potencial da Redução de Custo da Produção de Etanol (Copersucar, 1989)

Setor	% de redução de custo (*)
Total	23,1
Produção de Cana (agricultura)	
Seleção de variedades de manuseio	9,8
Aplicação de Calcário	1,6
Fertilizantes líquidos	0,7
Uso da vinhaça	1,0
Remoção de ervas daninhas	2,1
Transporte	0,5
Planejamento operacional	3,4
Produção de Etanol (Indústria)	
Moagem	1,3
Fermentação	3,3
Destilação	0,3
Energia	1,5

(*) Correspondente à razão entre os ganhos no benefício líquido menos os custos associados, incluindo custos de processamento e o custo total de produção e armazenagem de etanol.

Como resultado de tais avanços tecnológicos, a produção de etanol passou de 2.633 litros por hectare, em 1977, para 3.811 litros, em 1985 (uma média de aumento anual de 4,3%).

Durante o mesmo período, a produtividade agrícola cresceu 16% (medida em toneladas de cana por hectare) e a produtividade industrial aumentou 23% (medida em litros de etanol por tonelada de cana). Em 1989, a média de produtividade no Estado de São Paulo era de 4.700 litros de etanol por hectare, aumentando para 5.100 litros em 1996.

O custo do álcool produzido caiu rapidamente como resultado desses avanços. Geralmente o preço de qualquer produto manufaturado declina à medida que as vendas aumentam de acordo com o aprendizado, que reflete ganhos devido ao progresso tecnológico, às economias de escala e ao aprendizado organizacional.

A experiência mostra que tal redução é exponencial à medida que a produção cresce. Um indicador chamado razão de progresso é, em geral, usado para descrever este fenômeno.

3.2.2 A cogeração de eletricidade a partir da Cana-de-Açúcar

A cogeração de energia, uma prática corrente da produção industrial do etanol no Brasil, reduz os danos ao meio ambiente e poderia ser aumentada significativamente se o desenvolvimento tecnológico acarretasse o uso dos resíduos da cana-de-açúcar, além do bagaço, para a geração de energia. A quantidade de resíduos estimada é de quase 40×10^6 toneladas de matéria seca, sendo que uma porção significativa poderia ser usada. Em média, 280 kg de bagaço (que contém 50% de mistura) são produzidos por toneladas de cana, o que equivale a 2.1 *gigajoules* de energia por tonelada; 90% do bagaço é queimado para produzir vapor (450 a 500 kg de vapor podem ser gerados de 1 tonelada de cana) que, por sua vez, pode ser utilizado para cogerar eletricidade

e potência mecânica para os motores da usina (Goldemberg, 2000).

Na maioria das unidades de produção de álcool do Brasil, as caldeiras que produzem vapor para o estágio de destilação operam em pressões de 20 bar quando gerando pequena quantidade de eletricidade (15-20 kWh/t de cana), suficiente para as necessidades da unidade. Isso significa que o potencial para cogeração é praticamente inexplorado. A melhoria mais simples para a geração de eletricidade é usar turbinas de vapor do tipo condensação-extração (Cest) e pressões de até 8 *megapascal* e reduzir o uso de vapor de processo a 350 kg vapor por tonelada de cana. A eficiência para a produção de eletricidade em unidades que operam dessa forma pode atingir de 10% a 20%, o que é superior à eficiência das unidades em operação atualmente. Unidades tipo Cest são usadas rotineiramente em outras partes do mundo e são capazes de gerar um excesso de eletricidade de 80-100 kWh/t de cana que pode ser vendida à rede elétrica.

Um sistema Cest é viável para a venda de eletricidade a 50 US\$/MWh. Se o preço da eletricidade vendida for maior, a consequência é uma redução no custo do álcool. Isso está ocorrendo com a indústria do açúcar do Havaí e das Ilhas Maurício, mas não é o caso do Brasil, onde a hidroeletricidade em bloco é vendida a um valor inferior a US\$ 40/MWh. Este é um sério obstáculo à cogeração que exigirá uma melhor avaliação do custo marginal real da eletricidade em bloco no Brasil.

A moderna tecnologia de gaseificadores de biomassa integrados com turbinas a gás (BIG/GT), ainda em desenvolvimento, deverá ser capaz de produzir um excesso de eletricidade de 600 kWh/t de cana. Um projeto está em desenvolvimento no Brasil para uma usina completa de demonstração de 25 MW, apoiada financeiramente pela *Global Environment Facility* (GEF). O potencial de cogeração de eletricidade foi estimado por vários grupos e tem potencial para atingir consideravelmente alguns milhões de kilowatts apenas no Estado de São Paulo.

Várias outras oportunidades do uso de biomassa para fins energéticos têm sido exploradas no Brasil, mas ainda não atingiram um volume significativo (pequenas centrais termoeletricas que utilizam lenha e resíduos vegetais, óleos vegetais como substituto de óleo diesel, briquetes de madeira, carvão vegetal e produção de metano em lixões).

3.3 Novas Tecnologias para Reduzir Impactos Ambientais

Existe uma enorme gama de atividades em novas tecnologias que estão sendo exploradas para encontrar outros caminhos para enfrentar a necessidade crescente de energia e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos ambientais do uso de combustíveis fósseis (Goldemberg, 2000).

Uma enumeração simples de algumas delas é a seguinte:

- células de combustível para transporte;
- células de combustível acopladas com turbinas a gás (ou vapor) para a produção de eletricidade ou cogeração de calor e eletricidade;
- produção de hidrogênio a partir da redução de combustíveis fósseis (principalmente carvão) e sequestro de CO₂. Este sequestro pode se dar por reinjeção em poços de petróleo, no mar a grandes profundidades ou em lençóis de água em terra firme;
- uso de células fotovoltaicas e energia dos ventos que são intermitentes por natureza acopladas à geração hidroelétrica em armazenagem de ar comprimido.

Os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento nessas áreas, no Brasil, são modestos e se destinam, de modo geral, a um acompanhamento do que se fez no exterior.

Dignos de menção, contudo, são os trabalhos referentes ao “efeito estufa”, vinculados a emissões em reservatórios de barragens para geração de eletricidade. Existem também diversos

esforços visando entender melhor o que ocorre na Amazônia, onde o desmatamento é uma das principais fontes de emissões de CO₂, mas onde há também evidências para a “fertilização” da floresta e a resultante reabsorção do CO₂ na atmosfera.

3.4 A Sustentabilidade Ambiental

O aumento da população gera consequentemente o aumento de resíduos, quer seja nas zonas rurais (por meio das colheitas e do extrativismo), urbanas (por meio da formação de lixo em função do consumo) quer seja nas indústrias (por meio de industrialização de alimentos sólidos e líquidos).

Não há dúvida de que, ignorando-se tais fatos, a vida no planeta Terra se tornará insustentável. E também não existem dúvidas de que se a humanidade não agir em curto espaço de tempo, o planeta também, responderá a essas agressões em curto prazo. Entre exemplos concretos encontramos os casos das enchentes na Áustria, Alemanha e Itália no ano de 2002 que tiveram a maior quantidade de chuva dos últimos 50 anos, assim como a precipitação do inverno em partes da Europa (em alguns casos como na região da Lombardia, na Itália a neve fora de época). Nesse caso, o custo econômico raramente é levado em conta (Jorge, 2005).

O desenvolvimento sustentável é um importante conceito de crescimento, presente no debate político internacional em especial quando se trata de questões referentes à qualidade ambiental e à distribuição global de uso de recursos (BRUYN, 1999). Por outro lado, para se reconhecer se uma rota de desenvolvimento está na direção da sustentabilidade, necessita-se de apropriados indicadores (BOSSSEL, 1999). A figura 3.3 aponta cinco dimensões para a sustentabilidade:

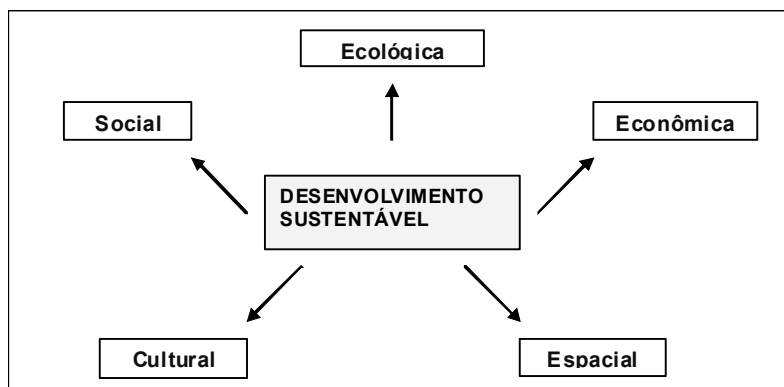


Figura 3.3 As Cinco Dimensões da Sustentabilidade (Sachs apud Campos, 2001)

- A sustentabilidade social – entende-se como a criação de um processo de desenvolvimento sustentado por uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e de bens, de modo a reduzir o abismo entre os padrões de vida dos ricos e dos pobres.
- A sustentabilidade econômica – alcançada através do gerenciamento e alocação mais eficientes dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados.

- A sustentabilidade ecológica – alcançada através do aumento da capacidade de utilização dos recursos, limitação do consumo de combustíveis fósseis e de outros recursos e produtos facilmente esgotáveis, redução da geração de resíduos e de poluição, através da conservação de energia, de recursos e da reciclagem.

- A sustentabilidade espacial – deve ser dirigida para a obtenção de uma configuração rural-urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades econômicas.

- A sustentabilidade cultural – incluem a procura por raízes endógenas (fatores internos) de processos de modernização e de sistemas agrícolas integrados, que facilitem a geração de soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e a área.

O meio ambiente não pode ser encarado como um dado isolado, mas sim como um dado da cultura de uma comunidade,

isto é, como um processo de interação entre o sociocultural, gerado pelo homem, e a natureza (Maciel et. al., 1995).

O gerenciamento ambiental não se limita à ciência da administração pública ou privada. Ele reúne questões ligadas a Sociologia, Economia, Finanças, Teoria do Estado, Teoria das Organizações, Psicologia, Direito e Planejamento etc. Portanto, os problemas de gestão ambiental não são meramente administrativos. (Andrade, 2004).

Uma vez que boa parte do mercado de futuros está relacionada a *commodities* agrícolas (produtos básicos, homogêneos e de amplo consumo, que podem ser produzidos e negociados por uma ampla gama de empresas), a alteração do ciclo das chuvas e do inverno também quer dizer alteração nas indústrias que dependem desse ciclos. A explicação para tais alterações fica com o aquecimento da Terra por conta da emissão de gases poluentes pelas indústrias, especialmente aquelas localizadas em países como os Estados Unidos e Japão que já são responsáveis por 30% da emissão total do gás carbônico na atmosfera. Ainda como exercício, em 1950, o mundo comportava 1 bilhão e 100 milhões de seres humanos; tal número hoje é inferior à população da China (Jorge, 2005).

A questão chave do crescimento da população e da crescente ocupação de territórios não está apenas na matança indiscriminada das espécies, mas também na escassez das nossas fontes de energia. Desde o evento Eco 92 a Terra perdeu 10% de suas florestas e estima-se que até 2015 este número terá atingido 15%. É fato que o planeta se encontra em estado de alerta e que algo urgente terá de ser feito para que encontremos uma saída equilibrada onde haja lugar tanto para a natureza quanto para o ser humano. Mas é também fato que a saída para um ambiente sustentável está bem mais próxima do que se pensa.

A questão está em encontrar os recursos que servirão como base de sustentação para chegarmos a um mínimo de equilíbrio na relação homem-natureza. Uma vez encontrados tais recursos, em como transformá-los em elementos que se renovarão

constantemente para que o ponto de equilíbrio homem-natureza seja um processo contínuo. A transformação de fontes alternativas de energia em energia renovável é hoje a saída mais plausível para que o crescimento desenfreado populacional e industrial não entre em conflito com as limitações do planeta (Jorge, 2005).

Combater a fome e a pobreza por meio da agricultura sustentável foi um dos temas discutidos no *World Summit* ou *Sustainable Development* (Rio+10) em Johannesburg, de 26 de agosto a 8 de setembro de 2002, uma vez que a agricultura utiliza 70% da água disponível e por volta de 40% do uso do solo do planeta. A responsabilidade da agricultura não pára por aí, pois seus resíduos emitem gás metano, um dos gases poluentes responsáveis pelo aquecimento da Terra. Em 2030, a demanda por comida terá aumentado em 60%, necessitando de uma maior área de solo e água. Parte da resposta está no aproveitamento dos próprios resíduos gerados em áreas rurais. Os resíduos rurais são um excelente exemplo de energia alternativa, e a transformação dessa energia, uma das grandes saídas para um ambiente sustentável. No que se diz respeito ao aquecimento da Terra, de 1870 até os dias de hoje, a temperatura da Terra elevou-se em 1 grau centígrado. Essa responsabilidade cai nas costas de 55 países industrializados responsáveis pela emissão de 55% dos gases tóxicos que aumentam a temperatura do planeta (Op. Cit., 2005).

Por outro lado, os longos verões em algumas partes do mundo podem ser a resposta para a substituição da energia convencional, usada na produção de eletricidade, pela energia solar. Painéis podem ser instalados nos tetos das casas transformando os raios do sol em pura energia capaz de aquecer a água que nos banha, iluminar nossos cômodos ou até mesmo ligar aparelhos domésticos. Do ar pode-se acolher mais uma fonte de energia alternativa: a eólica (vento). Encontra-se aí uma solução para os territórios menos ensolarados, porém mais ventosos do planeta. Por meio dessas soluções que se vê que a natureza é sempre o ponto de partida para o sustento do ser humano, quer para a sua

sobrevivência quer para a produção do seu conforto. O último, porém, não está sendo medido adequadamente ou apenas espera-se explorar sem repor. A reposição do que é retirado da natureza é a questão-chave para se garantir não só a qualidade de vida para esta geração e às futuras, mas também a própria existência do ecossistema (Jorge, 2005)

3.4.1 O Uso da Energia Solar

A demanda de energia mundial nos próximos 50 anos, de acordo com o *United Solar Energy Group for Environment and Development*, apresenta-se progressivamente da seguinte forma conforme as figuras 3.4, 3.5 e 3.6 abaixo:

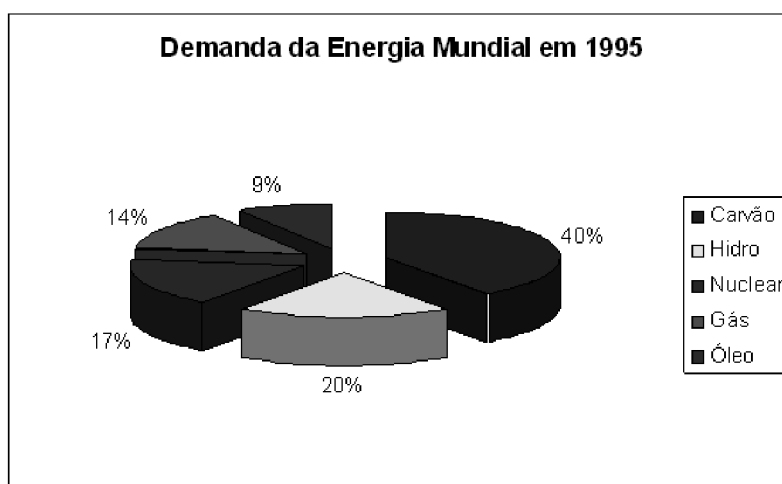


Figura 3.4 Demanda da Energia Mundial no Ano de 1995 (United Solar Energy Group for Environment and Development *apud* Aldabó, 2002)

Já a figura 3.5 apresenta a previsão da demanda de energia mundial para o ano de 2025:

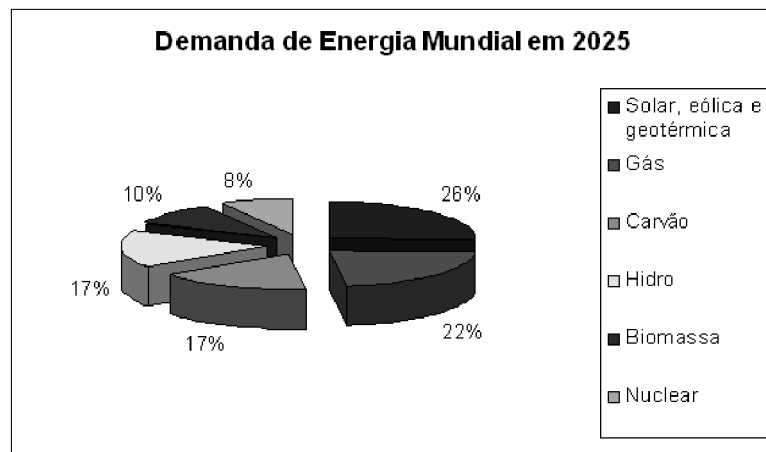


Figura 3.5 Previsão da Demanda da Energia Mundial no Ano de 2025 (United Solar Energy Group for Environment and Development *apud* Aldabó, 2002)

A figura 3.6 demonstra a estimativa para 2050:

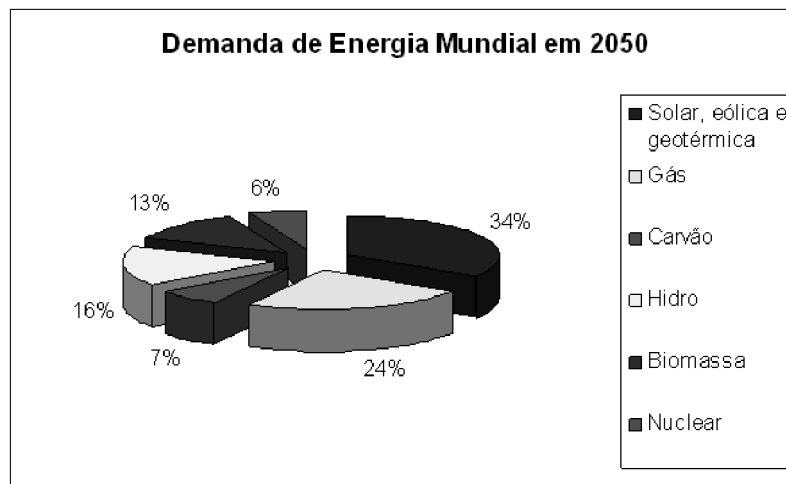


Figura 3.6 Estimativa da Demanda da Energia Mundial no Ano de 2050 (United Solar Energy Group for Environment and Development *apud* Aldabó, 2002)

Observa-se que a participação das energias solar e eólica será superior a 30% na demanda global em 2050. Considerando tal fato, a importância do desenvolvimento da energia solar como fonte promissora de eletricidade para telecomunicações, iluminação, televisores, microondas, ferramentas, computadores, rádios, ventiladores, bombas, telefones e eletrônicos torna-se crucial na discussão da busca por um ambiente sustentável (Op. Cit., 2002).

3.4.1.1 A Energia Solar e suas Limitações

Conforme Martin (2002), o potencial de fontes renováveis de energia como a solar é pouco utilizado pela escassez de técnicas para seu desenvolvimento em massa. Uma das razões para isso é o caráter difuso, pouco estocável e de difícil deslocamento dessas fontes, o que torna fácil manter o que atualmente encontra-se utilizável para a produção de energia convencional. Ainda assim não seria o caso do potencial solar como o do deserto do Saara ou de partes do Brasil como o norte e o nordeste.

De acordo com Holliday (2002), casos de sucesso como o projeto de eletrificação da Eskom na África do Sul, em uma *joint venture* (um tipo de parceria) com a Shell, mostra como é possível aproveitar a aptidão de certas regiões do mundo para a produção de energia. O projeto instalou sistemas domésticos de energia solar fora da rede elétrica usual em áreas remotas e com baixa densidade demográfica. Até hoje já foram instalados 6.000 desses conjuntos, num esforço da iniciativa privada com apoio de uma concessionária de serviços públicos e do Governo Local de Transição. O projeto também contou com a contribuição das comunidades rurais locais e de pessoal da região treinados para as atividades de instalação e manutenção.

Para tornar as fontes de energia alternativas algo viável, faz-se necessário um esforço conjunto entre a iniciativa privada, o poder público e a sociedade civil como um todo. O importante é

saber que no futuro haverá diversidade de fontes de energia, variando suas formas conforme a região (Aldabó, 2002).

3.4.1.2 O Aproveitamento da Energia Solar

No que tange a processos de aproveitamento, a energia solar pode ser usada para três tipos: o térmico, o elétrico e o químico. Por meio do processo térmico de alta temperatura (até 1000 graus centígrados), podemos aproveitar a energia solar para geradores de vapor d'água, transformação em energia elétrica, mecânica e fornos solares. No caso de temperaturas baixas (até 100 graus centígrados), o uso torna-se disponível para o aquecimento de ambientes, condicionamento de ar, refrigeração, evaporação, destilação e geradores de vapor de líquido especial. No caso elétrico encontraremos o processo fotovoltaico e o gerador termelétrico, e no bioquímico a fotólise e fotossíntese (Aldabó, 2002).

3.4.1.3 Conversão de Luz Solar em Energia

Sobre o histórico do efeito fotovoltaico, Aldabó (2002) explica que o efeito fotovoltaico (capacidade de uma célula solar transformar a energia luminosa em energia elétrica) foi descoberto pelo físico Edmund Becquerel em 1839, com a primeira aplicação prática realizada pelo Bell Laboratories no início da década de 50.

Dentre vários materiais e tipos de estruturas que podemos citar na produção de células fotovoltaicas está o silício, já que esse elemento encontra-se em abundância na crosta terrestre e sobre o qual se tem maior conhecimento tecnológico.

Outros materiais pesquisados para uso na tecnologia fotovoltaica são o arseneto de gálio e o sulfeto de cádmio. O painel solar é o conjunto de células fotovoltaicas interligadas e dispostas em uma estrutura de sustentação que utiliza materiais comuns, devendo possibilitar o agrupamento e a interligação dos

elementos de forma simples. O arranjo pode dispor de equipamento para orientação do painel conforme movimento do sol.

Para que o sistema seja altamente eficiente, deve haver potência máxima quando a célula é atingida pela energia solar e é por isso que se deve ter ótimo conhecimento do material na fabricação do sistema. Como exemplo, o silício monocristalino chega a ser 30% mais eficiente do que a sua forma policristalina. Tal aumento poderia chegar até 140% de superioridade em relação ao silício amorfo. Portanto, o material utilizado na fabricação dos painéis é de suma importância para se atingir o máximo de eficiência (Op. Cit., 2002)

3.4.2 Utilização da Energia Eólica

A energia eólica é aquela produzida pela força do vento. O moinho de vento foi difundido na Europa Ocidental a partir do século XVI, apesar de já ser, até então, uma tecnologia antiga que se apresenta como braços horizontais utilizados na Pérsia, no Afeganistão e no Tibete (Martin, 1992). Um projeto utilizando o aproveitamento desse recurso se torna possível em áreas onde a potência do vento ultrapasse os $250 \text{ W} / \text{m}^2$ (embora estudos revelem ser necessária uma potência acima dos $500 \text{ W} / \text{m}^2$ para que o investimento seja competitivo com a energia elétrica).

A vantagem de usufruir de energias alternativas como a eólica e a solar está sempre ligada ao poder de renovação sem causar danos ao meio ambiente. No caso da eólica, por não ser uma energia química ou termicamente poluente, ela não contribui para o efeito estufa e o espaço que ocupa não seria perdido para a utilização de outras atividades econômicas (Leite, 2002).

A tabela 3.7 apresenta os maiores mercados mundiais de energia eólica

Tabela 3.7 Mercados Mundiais de Energia Eólica (EIA, 1999)

Capacidade Instalada (MW)		
País	1998	1999
Alemanha	2.872	4.072
Estados Unidos	1.770	2.502
Dinamarca	1.433	1.733
Espanha	822	1.722
Índia	1.015	1.077
Reino Unido	334	534
Holanda	375	428
China	224	300
Itália	199	249
Suécia	176	216

3.4.2.1 O Potencial da Energia Eólica

O potencial da produção de energia por meio do vento dependerá da disponibilidade deste nas regiões onde se pretende usufruir dela. Com base em um método comparável (disponibilidade de kW / kW instalado e necessidades a serem satisfeitas) nas regiões do mundo capazes de recorrer à energia eólica, o potencial dessa fonte foi estimado, em 1990, em mais ou menos 300 TWh/ano, principalmente na Europa e na América do Norte (Martin, 1992). O custo de aproveitamento pode ser da ordem de US\$ 1.000,00 por kW instalado em melhores condições, podendo chegar a US\$ 2.000,00 para áreas potenciais entre 250 e 500 W / m². Está demonstrado que um aproveitamento de energia eólica, dependendo do regime dos ventos, pode ser competitivo, quanto a investimentos, com térmicas a carvão ou hidrelétricas de grande porte (Leite, 2002).

3.4.2.2 A Transformação de Vento em Energia

A tecnologia para produzir energia por meio do vento mostra-se cada vez mais sofisticada nos últimos anos, tornando a ideia de moinho de vento cada vez mais obsoleta. As atualmente chamadas *turbinas de vento* têm altura de 50 metros com capacidade de fornecer energia para 300 residências por unidade. Computadorizada, a embocadura de uma turbina é sensível à menor brisa disponível, gera o equivalente a 2.270 KW em apenas

dois dias de funcionamento. Apesar da sofisticação do aparato, a medição residencial pode ser feita por meio da ligação de um cabo, sendo necessário um simples computador de uso doméstico. Todavia, a alta tecnologia tem seu preço. Quanto mais sensíveis ao vento, mais caras são, podendo atingir a cifra de US\$ 700.000,00 por turbina. Países como a Dinamarca possuem cerca de 6.000 turbinas (Jorge, 2005).

3.4.2.3 As Limitações da Energia Eólica

O sucesso da produção de energia por meio do vento valer-se-á, do mesmo princípio da produção energética solar: abundância da fonte no território explorado. Enquanto lugares como a Groelândia se beneficiariam sobremaneira do seu potencial eólico, o mesmo não pode ser dito sobre um país como o Brasil, que dispõe de poucas áreas em que a potência do vento é maior que $250 \text{ W} / \text{m}^2$, regiões concentradas ao longo da costa do nordeste. Para potenciais entre 250 e $500 \text{ W} / \text{m}^2$, o Brasil conta com modestos 10% do território nacional e apenas 2% do país se candidata a potenciais acima de $500 \text{ W} / \text{m}^2$, regiões situadas ao longo da costa do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e do Nordeste – Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Ceará, principalmente. Em relação ao espaço físico, a questão fica complicada. Para que gere o equivalente a uma usina hidrelétrica como a de Itaipu (12.000 MW), seria necessária a ocupação de 60 km por 60 km, área maior que a de represamento de muitas hidrelétricas brasileiras. Dadas as limitações físicas de território, do potencial brasileiro economicamente viável, uma capacidade instalada para geração de 12.000 MW poderia ser indiscutível para o país (Leite, 2002).

3.4.3 A Utilização da Biomassa

A energia da biomassa pode ser definida como toda energia proveniente das plantas verdes, algumas de altíssima

produtividade nos países tropicais, tais como a cana, mandioca, dendê, florestas de rápido crescimento e outros, capazes de serem transformadas em energia líquida, sólida, gasosa ou elétrica (Vasconcellos apud Mello, 2002).

Pode incluir como biomassa os resíduos encontrados em áreas não rurais como as industriais e urbanas. Dentre as indústrias encontram-se as madeireiras, mobiliárias e as serrarias que produzem resíduos por meios do beneficiamento de toras como cascas, cavacos, pó de serra e aparas (Jorge, 2005).

Das indústrias de alimentos e bebidas encontramos resíduos que provêm da fabricação de sucos e aguardente (laranja, caju, cana-de-açúcar). Aliado a esses resíduos industriais, em uma sociedade estimulada ao consumo em alta escala e pela cultura do descartável, existe uma grande massa de resíduos provenientes da formação de lixo urbano.

Entretanto, problemas quanto à forma de armazenamento desse lixo, deixam as autoridades pressionadas a tentar encontrar soluções viáveis, eficazes, sobrando como única alternativa o aproveitamento desses resíduos para a produção de energia. O teor da matéria orgânica (C, H, O, N) do lixo brasileiro é de 60%, tornando-o bom material energético (Op. Cit., 2005).

Emerge então, no cenário contemporâneo a necessidade de um novo sistema energético, baseado principalmente em energias renováveis, vegetais e limpas do ponto de vista ambiental (Vasconcellos, 2002).

Países tropicais ignoram riquezas e talentos naturais que podem ser usados como potentes fontes de energia. Perde-se uma grande chance de aproveitar recursos de biomassa e diminuir consideravelmente nossa dependência em relação ao petróleo (Martin, 1992).

No que tange ao planeta, multiplicando região a região, as superfícies florestais pela produção que se pode colher (de 1 a 8 toneladas de matérias secas por hectare e por ano, de acordo com o tipo de floresta), obtém-se um potencial anual de 6,5 Gtep (bilhão de toneladas equivalente de petróleo), dos quais 4 realmente exploráveis (Martin, 1992).

Em termos energéticos, o dendê da Amazônia equivale a uma Arábia Saudita, sem mencionar o poder incrível do babaçu e da mamona. Em linhas gerais, a biomassa é um talento dos países tropicais muito pouco explorada. Experimentos com o diesel vegetal são considerados uma questão militar estratégica por países da Europa. Estados Unidos e Canadá se esforçam para tirar óleo de plantas de baixa produtividade (Vasconcellos, 2002).

3.4.3.1 Transformando a Biomassa em Energia

O uso da Biomassa para a produção de energia elétrica envolve inúmeras transformações. Em primeiro lugar, a energia química da biomassa é transformada em calor, que por sua vez se converte em energia mecânica, para então se tornar eletricidade. E como esta última forma de energia não deve ser aproveitada diretamente pelo homem, tem de ser transformada em outra forma de energia como o calor, energia mecânica ou eletromagnética. Como cada conversão introduz perdas, a eficiência final será pequena. A situação se agrava ainda por causa da necessidade da intermediação pelo calor.

O segundo princípio da termodinâmica estabelece não somente que cada transformação de energia introduz perdas, mas que essas são muito maiores quando se passa de uma forma menos concentrada para outra de maior concentração. Assim a passagem de calor para energia mecânica envolve perdas apreciáveis. Essa condição inexorável mostra que, do ponto de vista da eficiência no aproveitamento da biomassa, o melhor caminho é seu uso para produzir calor e aplicá-lo diretamente, nessa mesma forma. A intermediação da eletricidade impõe uma perda de pelo menos 50% da energia química original (Leite, 2002).

3.4.3.2 A Biomassa na Área Rural

Consideram-se resíduos rurais aqueles gerados por meio da atividade em zonas rurais, abrangendo, portanto, os resíduos

agrícolas, florestais e pecuários. Os resíduos agrícolas são quantificados através dos índices de colheita, que expressam a relação percentual entre a quantidade total de biomassa gerado por hectare plantado de uma determinada cultura e a quantidade do produto economicamente aproveitável. A produção de hidratos de carbono por todas as plantas chega a mais de 150 bilhões de toneladas por ano. Esses hidratos resultantes do processo fotossintético formarão outros compostos químicos derivados de outros processos metabólicos próprios da fisiologia dos vegetais. Dessa forma, do ponto de vista do aproveitamento energético, são quatro os tipos de materiais vegetais: I) os sacarídeos (cana-de-açúcar, caule de sorgo sacarino, etc); II) os amiláceos (mandioca, milho, batata, grãos de sorgo, etc.); III) os triglicerídeos (óleos vegetais – cocos de dendê, copaíba, soja, mamona, etc.); e IV) os ligno-celulósicos (troncos e galhos de arvoras, gramíneas, rejeitos florestais, bagaço de cana, casca de arroz, etc.) (Vascocellos, 2002).

No caso de abandono de resíduos rurais no local de cultivo, há um aproveitamento do próprio solo que os transformará em proteção ou adubo nutriente. Como resíduo florestal entende-se o resultado da estação de madeira. Estima-se que 20% da massa de uma árvore seja deixada no local de onde foi retirada, tornando-se possível o aproveitamento desse resíduo para a geração de energia. Da atividade biológica do gado bovino, dos suínos e caprinos e outros teremos os resíduos pecuários. Esses resíduos são importante matéria-prima para a produção de biogás, relevante suprimento energético para as zonas rurais (Jorge, 2005).

3.4.3.3 A Biomassa Urbana e Industrial

Estima-se que a produção de lixo *per capita* no Brasil chegue a 600g/hab/dia. A recuperação do gás metano para a geração de energia (a decomposição anaeróbica pode gerar de 350 a 500 m² de gás por tonelada de lixo brasileiro), através de investimentos em aterros controlados, coleta seletiva e triagem pós-coleta

(visando à reciclagem e diminuição do volume a ser aterrado) e a incineração (visando a sua redução) são duas grandes vertentes da recuperação de energia a partir do lixo urbano.

As indústrias produzem resíduos por meio de beneficiamento de produtos agrícolas e florestais, assim como o resíduo do carvão vegetal resultado do uso no setor siderúrgico. Os resíduos provenientes das indústrias produtoras de álcool para combustível no Brasil são grandes exemplos dessa biomassa reciclável, que, com o carvão vegetal, formam uma rede energética autossuficiente, limpa, não poluente, renovável e geradora de empregos (Vasconcellos, 2002).

3.4.3.4 A Cogeração de Energia

Cogeração pode ser entendida como a produção conjunta de trabalho mecânico e calor utilizável a partir da queima do mesmo combustível. Em uma unidade de cogeração, a energia que seria perdida em forma de calor é aproveitada para prover calor em um processo fazendo com que uma instalação de cogeração possa ter eficiência térmica de até 85%. Cogeração é um meio de cortar custos de energia e emissões de poluentes ao meio ambiente, sendo um meio mais eficiente de produção de energia (Ferrão e Weber, 2001).

3.4.3.5 Energias Alternativas e o Cenário Globalizado

De acordo com Vasconcellos (2002), a utilização das fontes de energias alternativas é sem dúvida indiscutível no cenário globalizado. Ignora-se o fato de que o mundo gira em torno da energia para seu desenvolvimento e tal fato é lembrado apenas quando acontecimentos como os “*apagões*” ou a crise energética dos Estados Unidos, que atingiu a Califórnia, surgem. A questão não é apenas governamental, mas também civil e empresarial. Desta forma, as escolhas nacionais não podem ser impostas pelas hegemonias que compõe o G8 (grupos de países), limitando a alguns meros recursos energéticos.

Também não se pode tolerar que a sociedade civil como um todo contribua para a poluição de rios, mananciais e mares ou que os governos nada façam para minimizar a massa de indivíduos que se encontra abaixo da linha de pobreza e que, vítima do estado de abandono, contribuirá ainda mais para a degradação do meio ambiente. É de responsabilidade de todos encontrar meios de livrar da dependência da água e do petróleo como as principais fontes energéticas para o sustento global (Vasconcellos, 2002).

O aquecimento do mar pela radiação solar gera ventos e as correntes marítimas, pois, a utilizar o sol (o sol que atinge o Brasil é equivalente, por dia, à energia de 300 mil usinas Itaipu), os ventos e as ondas no mar para a geração de energia (Op. Cit., 2002).

Para a produção de 215 mil barris/dia de álcool são utilizados cerca de 3,3 milhões de hectares. As necessidades brasileiras de combustível líquido e gasoso (derivados de petróleo somados ao gás natural e o álcool) foram em 2001 cerca de dez vezes mais que o consumo de álcool combustível, ou seja, 2 milhões de barris por dia. Seriam necessários 33 milhões de hectares para suprir as necessidades brasileiras nesse setor, ou seja, no máximo 5% do território nacional. Esse cálculo não representa uma previsão, tampouco sugestão. Serve apenas para permitir uma ideia da ordem de grandeza e abundância. Como toda biomassa, o álcool é renovável, pelo menos enquanto houver sol e chuva. Outro ponto positivo é que a tecnologia de caldeiraria e demais componentes de usinas de produção de álcool foi inteiramente desenvolvida no país, como a da produção de cana. Há capacidade instalada no país para uma expansão de meios de produção quando a capacidade ociosa for preenchida (Leite, 2002).

A limitação das saídas para o desenvolvimento sustentável está mais relacionada à alienação e à conveniência do que à escassez dos recursos em si. Esta cegueira é fruto da indústria petrolífera e da construção hidrelétrica, que acabam por atrelar

as economias mundiais de forma que nada mais conseguem ver além do que lhes foi mostrado até o momento (Jorge, 2005).

3.5 Política Mundial na Área de Energia e Meio Ambiente

Em 1992 países membros das Nações Unidas aprovaram a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a mudança de clima (*United Nation Framework on Climate Change* - UNFCCC). O objetivo maior deste acordo internacional foi que seus membros determinassem ações para alcançarem a estabilização das concentrações de gases do efeito estufa, nocivos a atmosfera e causadores do descontrolado aquecimento global. Visando complementar e operacionalizar a Convenção, foi assinado em 1997, o Protocolo de Quioto, o qual entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005. No Protocolo de Quito foram criados diversos mecanismos de concretização do objetivo final da Convenção, ou seja, a estabilização global das concentrações de gases do efeito estufa na atmosfera (Gra, 2005).

Outro tipo de solução para problemas de poluição ambiental é a *Pollution Preventer* (PP), que inclui a adoção de tecnologias mais limpas, melhoria na eficiência produtiva através de gestão inovadora, redução da geração de resíduos e reciclagem de subprodutos do processo produtivo que são considerados resíduos. O enfoque *Pollution Preventer* prevê mudanças nas tecnologias adotadas e nas formas de gestão empresarial, sendo que soluções definitivas que reduzem mais efetivamente a quantidade de emissões e resíduos, aumentando a produtividade de recursos; propiciando simultaneamente uma redução do impacto ambiental e uma melhoria do produto e/ou processo produtivo (Young e Lustosa, 2000).

A privatização de empresas energéticas em vários países do mundo levou ao fortalecimento dos órgãos reguladores, os quais forçam as empresas a realizar investimentos ou a adotar medidas que não seriam tomadas sem a presença desses órgãos (Goldemberg, 1998). Exemplos importantes destas ações são:

- A NFFO (*Non Fossil Fuel Obligation*), o método usado pelo

governo da Inglaterra, após a privatização, para encorajar a introdução de fontes renováveis no sistema (principalmente eólica e biomassa); por meio dela, o governo subvencionou as novas fontes de energia aplicando uma sobretaxa no preço das fontes convencionais.

- A decisão da Comissão Reguladora do Estado da Califórnia – onde todo o sistema de fornecimento de eletricidade foi sempre privado – de forçar as empresas a incluírem 15% de energia de origem renovável no seu portfólio (*Renewable Portfolio Standards*).

- A ação dos órgãos de controle ambiental que, ao autorizar ou proibir a construção ou operação de novas usinas, interfere no planejamento. Exemplo: a Usina de Piratininga, em São Paulo, que opera com óleo combustível e que foi praticamente desativada devido às limitações impostas pela Cetesb.

- Estabelecimento de padrões mandatários para os equipamentos de uso final como geladeiras, aparelhos de ar condicionado, lâmpadas, chuveiros elétricos etc. A fixação de níveis de consumo máximo toleráveis tem importantes reflexos no planejamento de novas unidades de geração ou distribuição. Essas medidas de conservação de energia correspondem a uma racionalização do seu uso.

É mediante a criação destes órgãos reguladores com amplos poderes e grande independência que se exercerá, no futuro, a ação do Estado protegendo o cidadão numa economia de livre mercado (Goldemberg, 1998).

Segundo dados da Point Carbon, a Índia está para aprovar mais de 30 projetos; ela e o Brasil lideram o grupo de fornecedores de países em desenvolvimento, juntamente com o Chile. Dessa forma, atualmente, as relações jurídicas privadas entre países em desenvolvimento e desenvolvidos, relativas a compra de crédito de carbono estão sendo realizadas através de Contratos Internacionais de Compra e Venda de Crédito, ou ERPA - Emission Reduction Purchase Agreement.

Assim há a constituição de direitos e deveres, através de um negócio jurídico internacional. Tais instrumentos são acordos bilaterais estabelecidos entre duas pessoas jurídicas (e não entre

os Estados), geralmente entre o vendedor do crédito e um intermediário do comprador externo ou o próprio comprador externo. Quando o comprador é o próprio governo de países desenvolvidos, são estabelecidos fundos de investimento, os quais são custodiados e administrados pelas instituições financeiras multilaterais, como por exemplo, o Banco Mundial e a Corporación Andina de Fomento (CAF). O Banco Mundial, por exemplo, administra nove fundos de países Europeus, como o Italian Carbon Fund e o Dutch Carbon Fund. Nesse mercado são transacionados créditos de carbono (ou Certified Emission Reductions), que, no caso de países em desenvolvimento como o Brasil, tais créditos são lastreados em projetos de energia, eficiência energética, dentre outros, devidamente aprovados de acordo com as etapas estabelecidas no Protocolo de Quioto (Gra, 2005).

3.6 Tratamento de Efluentes

Os efluentes têm sido tratados tanto por processos químicos como biológicos ou pela combinação de ambos. Dentre os processos biológicos, incluem-se os que utilizam lodos ativados que consistem em lodos que são aerados permanecendo sujeitos a ação de bactérias, usados para remover matéria orgânica do esgoto.

3.6.1 Opções para Tratamento de Efluentes

Com a evolução dos processos industriais e o consequente surgimento de inúmeros produtos que rapidamente tornou-se de primeira necessidade, a atividade industrial adquiriu um caráter essencial na sociedade contemporânea. Embora a sua importância seja indiscutível, a atividade industrial costuma ser responsabilizada, e muitas vezes com justa razão, pelo fenômeno de contaminação ambiental, principalmente graças a dois fatores de extrema importância: a) o acúmulo de matérias primas e insumos, que envolve sérios riscos de contaminação por

transporte e disposição inadequada; e b) ineficiência dos processos de conversão, o que necessariamente implica a geração de resíduos (Freire, 2000).

Dois tipos comumente de Estações de Tratamento de Efluentes são utilizados: Aeróbios e Anaeróbios. Vide figura 3.7:

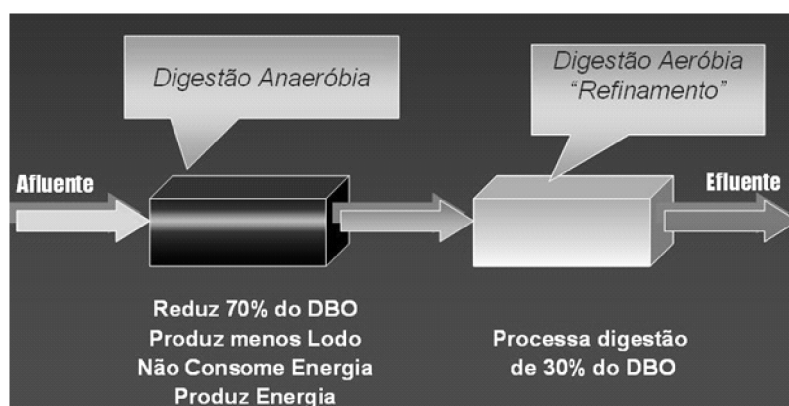


Figura 3.7 Tipos de digestão anaeróbia e aeróbia (Peiró, 2007)

Estações do tipo aeróbio podem apresentar investimentos mais elevados, custos operacionais maiores e menor produção de energia. A figura 3.8 demonstra um modelo:

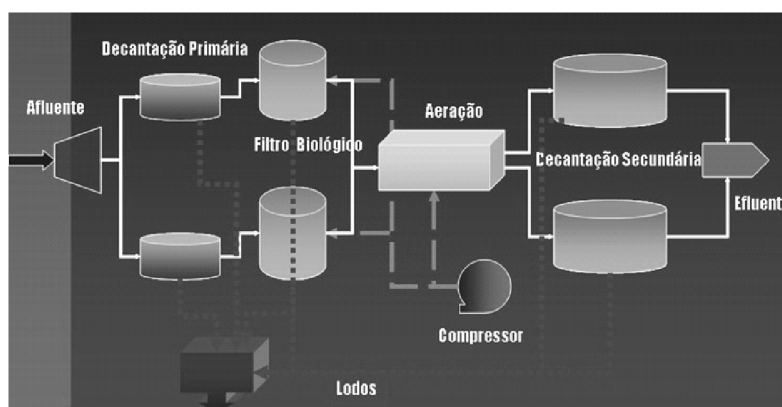


Figura 3.8 Modelo de Estação de Tratamentos de Efluentes Aeróbio (Peiró, 2007)

Estações de Tratamento de Efluentes Anaeróbio entre outras configurações podem possuir:

- I) Conjunto de caixa de areia, grade fina mecanizada e distribuidor;
- II) Descarga e secagem de areia;
- III) Uso de soprador para descompactação da areia;
- IV) Reciclagem de lodo dos reatores,
- V) Coleta de gases para evitar mau cheiro.

Além disso, podem apresentar investimento menor, custos operacionais muito reduzidos e menor produção de gás (Peiró, 2007). Vide figura 3.9:

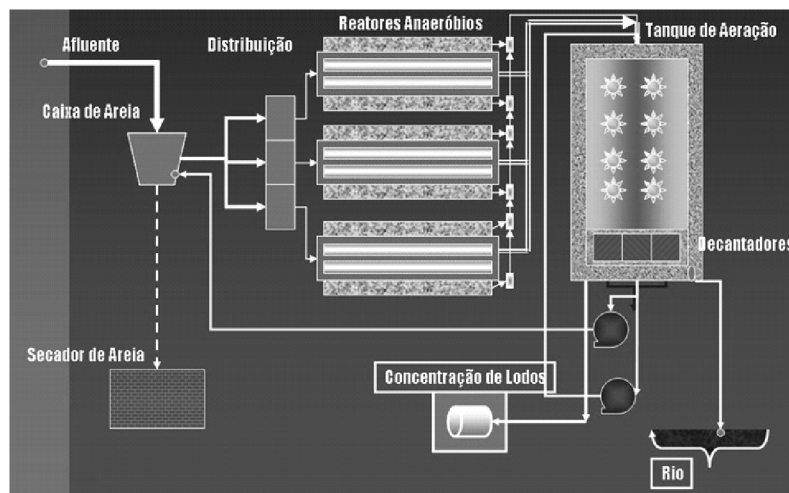


Figura 3.9 Modelo de Estação de Tratamentos de Efluentes Anaeróbio (Peiró, 2007)

Algumas localidades adotam Estações Elevatórias. Entretanto, tais estações de água e de esgoto são responsáveis por parte significativa do consumo de energia e dos custos de operação. Entre outros, o uso eficiente de Estações devem prever

a redução do consumo de energia no bombeamento através da redução de cargas do sistema, evitar superdimensionamento de bombas e motores, uso de motores de alta eficiência e uso de bombas com acionamento com velocidade variável (inversores de frequência). As consequências do uso de Velocidade Variável são as seguintes: I) redução do número de partidas das bombas (operação contínua de bombeamento); II) redução da corrente de partida; III) Melhor proteção intrínseca dos motores; IV) maior controle nos parâmetros de processo e V) redução no consumo de energia (Peiró, 2007).

A atividade industrial resulta, quase sempre, na produção de rejeitos ou efluentes líquidos nocivos ao meio ambiente. Lançados inadvertidamente na natureza, eles poluem, prejudicam a manutenção da vida em determinados ecossistemas e colocam em risco a própria saúde humana. O tratamento desses resíduos e sua destinação correta são exigências dos órgãos ambientais brasileiros. Nesse sentido, trabalhos desenvolvidos em universidades e centros de pesquisa têm apresentado ideias criativas e economicamente vantajosas que contribuem para minimizar o problema. Uma delas propõe a utilização de material biológico para a adsorção de íons metálicos. Presentes em efluentes de diferentes tipos de indústrias, esses elementos, quando em contato com a pele ou ingeridos por meio de água e peixe contaminados, vão se acumulando no organismo. Em altas concentrações, eles podem provocar danos ao sistema nervoso, fígado e ossos. Por meio da adsorção, esses íons metálicos se fixam na superfície de uma outra substância, chamada adsorvente. Até então, o material mais utilizado como adsorvente é uma espécie de resina, conhecida também como trocador iônico. O uso de materiais biológicos como adsorventes se apresenta como uma alternativa vantajosa devido ao seu baixo custo e a sua seletividade para metais de interesse ambiental (Fagundes, 2007).

Conforme Kuns (2002), a contaminação de águas naturais tem sido um dos grandes problemas da sociedade moderna. A

economia de água em processos produtivos vem ganhando especial atenção devido ao valor agregado que tem sido atribuído a este bem, através de princípios como consumidor pagador e poluidor pagador; recentemente incorporados em nossa legislação. Aliado a esse fato, existem previsões não muito animadoras para o século que se inicia, como por exemplo, a previsão feita pela Companhia de Saneamento do estado de São Paulo (SABESP), que estima que já em 2010 a demanda de água será superior à capacidade hídrica dos mananciais do estado.

Embora exista uma preocupação universal em se evitar episódios de contaminação ambiental, estes eventos prejudiciais continuam acontecendo, principalmente porque, em função dos fatores acima comentados, grande parte dos processos produtivos é poluente (Kuns, 2002).

Ao longo das décadas, a atividade industrial tem produzido rejeitos gasosos, líquidos e sólidos nocivos ao meio ambiente. Substâncias químicas presentes na atmosfera, principalmente compostos organoclorados voláteis produzidos pelo homem, têm colocado em risco a vida na terra através da destruição da camada de ozônio. Da mesma forma, processos industriais que utilizam grandes volumes de água contribuem significativamente com a contaminação dos corpos d'água, principalmente pela ausência de sistemas de tratamento para os grandes volumes de efluentes líquidos produzidos. Dentro desse contexto, uma importante parcela do processo de contaminação pode ser atribuída às atividades das refinarias de petróleo, indústrias químicas, têxteis e de celulose. No entanto, não menos importante é a contribuição da atividade agrícola, dos esgotos sanitários e dos resíduos domésticos (Freire, 2000). A figura 3.10 apresenta o esquema de uma Estação de Tratamento de Efluentes utilizada em algumas indústrias:

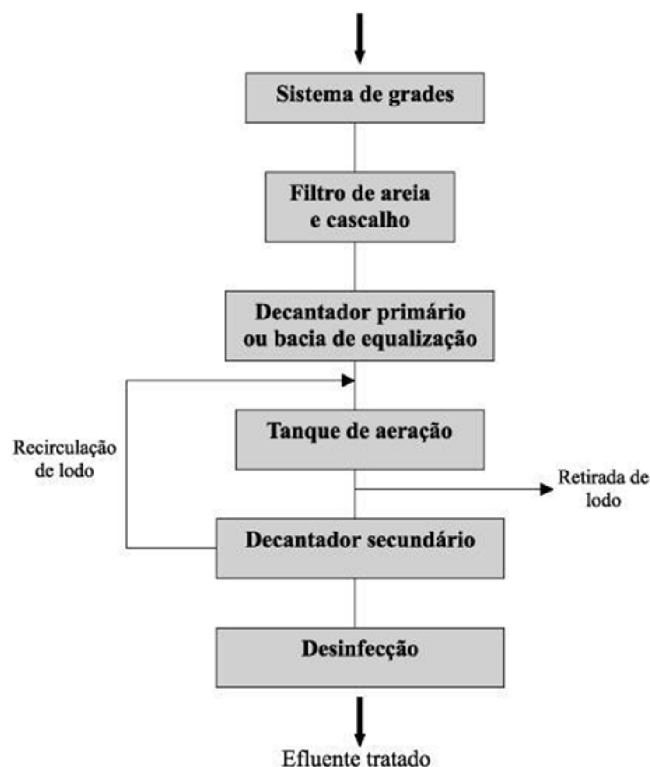


Figura 3.10 Esquema de uma Estação de Tratamento de Efluentes (Kuns, 2002)

Conforme Fagundes (2007), na Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), os pesquisadores do Grupo de Pesquisas em Química Interfacial e Tecnologias Ambientais realizam estudos com a palha de milho, fibra de coco e, mais recentemente, com a casca do café. Esses materiais possuem, em comum, potencial comprovado para adsorção de íons metálicos. Constatase que a casca de arroz possui grande potencial como biossorvente, mas que sua eficiência máxima depende da modificação química da superfície da fibra. O estudo se concentrou nesse aspecto, buscando, em especial, o aumento da capacidade de adsorção do íon cobre. Esse metal está presente

em diversos tipos de efluentes, como de curtumes e tecelagens, empresas comuns na região do Campo das Vertentes. Alguns produtos usados nas atividades agrícolas, como fungicidas, também contêm cobre em sua composição e contribuem para a concentração desse metal no ambiente.

Após ser triturado, o material modificado é colocado em contato com essas amostras em um tanque ou coluna de leito fixo e agitado. Analisa-se a concentração de íons metálicos, o pH da água, a capacidade de sorção do material, entre outros. Os testes mostram que, após a modificação, a capacidade de adsorção da casca do arroz aumentou em aproximadamente três vezes. Também foi identificado um efeito inesperado. O produto final, além de absorver metais, possui a capacidade de balancear o pH da água. “Uma etapa importante do tratamento de efluentes é o equilíbrio do pH da água, que deve voltar a apresentar valores em torno de 7” (Op. Cit., 2007).

O material biológico modificado alcança esse resultado. Assim, a casca de arroz modificada absorve os íons de cobre presentes em efluentes líquidos industriais. Uma vantagem importante é a capacidade da casca de arroz ser recuperada e reutilizada. Após o tratamento do efluente, basta deixar o material em meio ácido para que aconteça a dessorção dos íons metálicos. Em outras palavras, os componentes metálicos absorvidos são liberados, podendo, inclusive, voltar para a linha de produção, diminuindo o desperdício. A casca de arroz, por sua vez, pode ser utilizada novamente, evitando gastos excessivos com a renovação do material (Op. Cit., 2007).

Tal linha de pesquisa apresenta diversas possibilidades. Uma das propostas da equipe é dar continuidade ao trabalho com a casca de arroz, realizando modificações em suas fibras de forma que ela passe a absorver não só metais, mas também óleos e outros produtos orgânicos presentes em efluentes líquidos. Também são realizados testes com rejeitos agrícolas para absorção de alumínio, presente, por exemplo, em rejeitos de indústrias que trabalham com estanho (Fagundes, 2007).

3.6.2 – Processos da Estação de Tratamento de Efluentes na EEL USP

O Estado com o Decreto nº 50.839, de 29 de Maio de 2006, regulamentou a Lei nº 11.814, de 23 de dezembro de 2004, autorizando o Poder Executivo extinguir a Faculdade de Engenharia Química de Lorena - Faenquil, e transferindo suas atividades para Universidade de São Paulo - USP. Dessa forma, a Faculdade de Engenharia Química de Lorena - Faenquil passou a constituir Escola de Engenharia de Lorena (EEL) da Universidade de São Paulo (USP) - Resolução USP-5.341, de 21 de junho de 2006 -DOE -23 de junho de 2006.

Com a extinção da Faenquil, as atividades e o patrimônio foram incorporados e transferidos para a Escola de Engenharia de Lorena (EEL USP), inclusive a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). A figura 3.11 apresenta uma visão frontal do campus I da EEL USP:



Figura 3.11 Fachada do Campus I da EEL USP (extinta Faenquil)

Conforme Oliveira (2004), o processo da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) trabalha na faixa de 20-25°C e pH 6,0 a 7,0, baseando-se no sistema de batelada microbiológico, transformando a matéria orgânica presente no efluente em

compostos inertes, ou seja, o processo de tratamento é por lodo ativado, sendo o seu rendimento medido pela Demanda Química de Oxigênio (DQO). A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes.

A figura 3.12 de apresenta o fluxograma da ETE, onde os números indicam as etapas do processo:

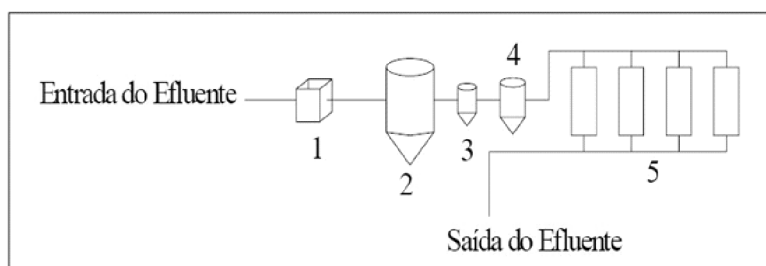


Figura 3.12 Fluxograma do Processo de Tratamento da ETE da EEL USP (Oliveira, 2004)

Primeiramente o efluente passa pela Caixa de Gradeamento (1) para promover a separação dos sólidos grandes, sendo esta caixa feita de pedra e cimento. Após essa etapa o efluente é direcionado para o Tanque Pulmão (2), neste local é medido o pH (indicador de solução líquida caracterizando-a como ácida, neutra ou básica/alcalina), o efluente é elevado através de uma bomba elevatória até o Reator Biológico (3). Os tanques (3) e (4) funcionam como reatores biológicos bateladas, pois inicialmente o efluente é bombeado do tanque pulmão (2) para o reator (3), porém quando o sistema alcança um nível adequado no tanque (3), existe uma tubulação que interliga o sistema (3) ao sistema (4), então o sistema é transportado para o tanque (4). Um sistema de boia é acionado no tanque (4) quando o nível do efluente encontra-se na altura desejada, assim o sistema interrompe o bombeamento de efluente do tanque (2) para o (3). No momento em que a bomba elevatória transporta o efluente do tanque pulmão (2) para o reator biológico (3), ocorre o ciclo de lodo sedimentado no reator (3), pois a tubulação transporta o efluente de baixo para cima no reator (3). Ao mesmo

tempo existe uma tubulação que sai debaixo do reator (4) e transporta o lodo decantado para a parte de cima dos reatores (3) e (4), completando o ciclo de lodo sedimentado (Oliveira, 2004).

O ciclo proporciona uma homogeneização perfeita no reator (3) e (4), assim aumentando a capacidade de degradação de matéria orgânica do sistema. A aeração é feita pela geração de microbolhas no sistema. Essas pequenas bolhas de ar permitem uma boa solubilidade do oxigênio no efluente, pois quanto menor essas bolhas, maior a área de contato e consequentemente maior a solubilidade do oxigênio. Esse sistema de aeração provoca uma turbulência mantendo o lodo ativado dissolvido no meio, contribuindo assim, para uma eficaz degradação da matéria orgânica pelos microorganismos do lodo ativado. E como a área de contato é grande, os microorganismos conseguem absorver uma quantidade necessária de oxigênio, sem a necessidade de um grande aumento na pressão do compressor de ar. Após o término da aeração o sistema entra em repouso (aproximadamente 2,5 horas) o que proporciona a sedimentação do lodo ativado. Esse tempo depende das condições do lodo, principalmente da situação dos flocos bacterianos, pois pode haver intumescimento do lodo quando há grande quantidade de filamentos. Dessa maneira, após a sedimentação, o lodo encontra-se no fundo dos tanques (3) e (4), e o efluente tratado acima deste lodo. Através de uma bomba pneumática o efluente tratado é retirado e depositado em tanques de estocagem (5), onde é adicionado hipoclorito de sódio para a esterilização dos possíveis microorganismos existentes, e então o efluente é escoado para o Rio Paraíba por meio de tubulações (Op. Cit., 2004).

Em síntese, no decorrer deste capítulo pôde-se perceber que existem meios e formas de amenizar impactos ambientais. As formas existem e sabe-se atualmente que muitas já possuem viabilidade econômica para implantação. No entanto, algumas organizações insistem em explorar fontes de energias mais lucrativas, mas prejudiciais ao planeta em termos de poluição. Neste contexto, empresas podem rever como utilizam a energia

para produzir, procurando desenvolver processos mais produtivos e que gerem menos impactos ambientais. O próximo capítulo demonstrará em escala micro, desejando demonstrar que é possível implantar em escala macro, que é possível maximizar a produção de cervejas sem aumentar o consumo de energia gerando benefícios relacionados à sustentabilidade ambiental.

4. PROCESSO CERVEJEIRO

Este capítulo pretende apresentar uma análise relativa à produção de cervejas, apresentando um histórico, suas etapas e processos de fabricação. Esta análise torna-se mais importante ainda, se aplicada em escala industrial utilizando o processo de produção de cervejas de altas densidades, o que se relaciona a uma maior produtividade sem aumentar o consumo energético, sendo mais uma possibilidade de obtenção da sustentabilidade ambiental. Cabe ressaltar que o processo cervejeiro é utilizado em muitas indústrias espalhadas pelo mundo, sendo um segmento em plena expansão e crescimento. Embora a produção de cervejas seja engenhosa, torna-se necessário fundamentar o referido processo em micro escala para que seja possível estimar os benefícios em macro escala, objetivando demonstrar que se questões de sustentabilidade ambiental forem aplicadas, processos de fabricação podem ser mais eficientes em termos energéticos.

4.1 A Produção de Cervejas

Conforme Hampson (2009), a cerveja é uma das bebidas mais antigas e populares que a humanidade conhece. Imagina-se que há cerca de 10.000 anos, no Oriente Médio, os povos nômades começaram a plantar e colher grãos e povoar as áreas próximas aos campos. Alguns arqueólogos acreditam que a razão para o fato tenha sido a produção de cerveja. Oficialmente, os primeiros registros da produção de cerveja se encontram na Mesopotâmia, com os sumérios, há 6.000 anos.

De acordo com o levantamento do Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (2010), o mercado cervejeiro no Brasil produziu 10,34 bilhões de litros de cerveja ao longo de 2007. E o consumo per capita foi de 56 litros. O setor faturou R\$ 25,8

bilhões e investiu R\$ 3 bilhões nos últimos cinco anos. O país ocupa a quarta posição no ranking mundial dos produtores de cerveja, continuando atrás apenas da China, Estados Unidos e Alemanha.

O mundo da cerveja está em expansão. Os mercados estão crescendo em regiões menos associadas à fabricação da bebida, porém, o mais interessante são os países onde a produção artesanal está florescendo. A Itália é um dos mais relevantes entre esses... O mesmo ocorre, até certo ponto, com a Dinamarca e Escandinávia, ao passo que na Ásia Oriental e no Japão estão surgindo ótimas variações das cervejas européias, com seu próprio estilo e peculiaridade (Hampson, 2009).

No entanto, em relação ao consumo *per capita*, com uma média de 52 L/ano por habitante, o Brasil está abaixo do total registrado por países como Alemanha (131 L/ano) e Reino Unido (103 L/ano). Embora esse consumo tenha sido incrementado nos primeiros anos de implantação do Plano Real (1994/1995), passando de 38 L/ano para 52L/ano por habitante, o nível se mantém estável desde então, especialmente porque ao se levar em contas o baixo poder aquisitivo de parte de seus consumidores, o preço do produto é alto pela incidência de uma série de tributos que sofre a cerveja até chegar ao consumidor final.

A AmBev, empresa criada pela fusão entre a Brahma e a Antártica, ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de cervejarias, com uma produção anual de 6,2 bilhões de litros, superada somente pela Anheuser-Busch (EUA, 12,1 bilhões de litros), e a Heineken NV (Holanda, 7,3 bilhões de litros). A participação de mercado das marcas existentes no país apresenta a AmBev (Brahma, Antártica, Skol) com 68,7% do total, a Kaiser com 12,5%, Schincariol com 10%, Bavária com 2% e outras marcas com 6,8% (Silva, 2005).

O setor cervejeiro emprega mais de 130 mil pessoas, entre postos diretos e indiretos. Nos últimos cinco anos, as indústrias

cervejeiras investiram mais de R\$ 2,5 bilhões na instalação de sete novas plantas industriais, além de ampliações e modernizações de fábricas já existentes. Além disso, visando um aumento da produtividade juntamente com uma menor necessidade de investimentos na capacidade produtiva, algumas cervejeiras vêm optando pelo aumento do extrato inicial de fermentação – processo que é conhecido como de alta concentração. Nesse processo, a partir da fermentação de um mosto com uma elevada concentração de açúcares, produz-se uma cerveja que posteriormente é diluída com água.

Um dos setores beneficiados com este tipo de processo é o das microcervejarias, que desde alguns anos atrás começaram a se proliferar pelo país, geralmente com capacidades limitadas de produção devido ao espaço físico e falta de capital. No segmento de microcervejarias, o Brasil apresenta um quadro favorável para sua expansão. Até 1999 o país contava com vinte e cinco microcervejarias e durante o ano de 2000 foram contabilizadas trinta e cinco. As estimativas conforme a ABMIC, Associação Brasileira das microcervejarias, indicavam que até 2003 esse número ultrapassaria cem.

O desenvolvimento de experimentos visando à otimização do processo fermentativo cervejeiro através de extrato inicial, passa a ser hoje um dos principais caminhos da indústria cervejeira na redução de custos operacionais e consequentemente no ganho de competitividade junto ao mercado externo e interno. É importante salientar que para a realização de um estudo preliminar econômico, pode-se considerar o turno de trabalho de oito horas com uma equipe de especialista (engenheiro químico, engenheiro bioquímico ou de alimentos), um técnico e um auxiliar técnico. Além disso, para a estimativa de custo de produção mensal estabelece-se o gasto com cada etapa do processo (Carvalho, 2009).

Os projetos relacionados com o estudo do processo fermentativo para a produção de cerveja a partir de mostos com teores de açúcares mais elevados que os tradicionais têm

finalidade de responder às dificuldades encontradas pelas indústrias nacionais no que se refere ao aumento de produtividade aliada à manutenção da qualidade da cerveja produzida.

4.2 Histórico da Cerveja

A origem das primeiras bebidas alcoólicas é incerta, mas provavelmente tenham sido feitas de cevada, tâmaras, uvas ou mel. A prática da cervejaria parece ter sido originária na região da Mesopotâmia. Há evidências de que a cerveja feita de cevada maltada já era fabricada na Babilônia no ano 6.000 antes de Cristo. No Egito, a cerveja era uma bebida nacional de grande consumo, ocupando um lugar importante nos ritos religiosos, sendo distribuída ao povo (Cereda, 1985).

O processo cervejeiro era executado por padeiros devido à natureza da matéria-prima, como grãos de cereais e levedura. A cevada era deixada de molho até germinar e então moída grosseiramente, moldada em bolos aos quais se adicionava a levedura. Os bolos, após parcialmente assados e desfeitos, eram colocados em jarra com água e deixados a fermentar. Essa cerveja rústica ainda é fabricada no Egito com o nome de Bouza. Os egípcios fizeram com que a cerveja ficasse conhecida pelos outros povos orientais, fazendo com que a cerveja chegasse na Europa e daí ao resto do mundo. No Brasil, o hábito de tomar cerveja foi trazido por D. João VI, no início do século XIX, durante a permanência da família real portuguesa em território brasileiro. Nessa época, a cerveja consumida era importada de países europeus. Mais tarde, em 1888, foi fundada na cidade do Rio de Janeiro a “Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia.” e poucos anos depois, em 1891 na cidade de São Paulo, a “Companhia Antártica Paulista”. Atualmente, essas duas empresas se fundiram, originando a AmBev que mantém o domínio do mercado de cerveja no Brasil (Venturini Filho e Cereda, 2001).

Entre todas as ervas que têm sido utilizadas ao longo da história para dar sabor e preservar a cerveja, o lúpulo (*Humulus lupulus*) é considerado na atualidade, em nível mundial, como uma matéria-prima essencial para a fabricação da cerveja. Embora o lúpulo já fosse cultivado na Babilônia em épocas tão distantes quanto o ano 200 antes de Cristo, não existem registros do seu uso na fabricação da cerveja até o ano 1079.

A lei de pureza alemã de 1516 (Reinheitsgebot) decretou que somente o lúpulo podia ser utilizado para conferir sabor amargo à cerveja produzida no país. Pode-se dizer que Louis Pasteur, o autor de “*Étude sur la bière*” (1876), transformou a arte tradicional de produção de cerveja em um processo industrial. Atualmente, a maltagem e a indústria de fabricação de cerveja põem em prática um espectro completo de novas invenções técnicas (Linko, 1998).

O processamento das cervejas vem se modernizando e tem-se tornado altamente eficiente. As mudanças tecnológicas na indústria cervejeira são dirigidas por quatro critérios: redução de custos, melhoria da qualidade, conservação das propriedades benéficas do produto e oportunidades para o aumento das vendas (Bamforth, 2000).

O grande interesse das indústrias cervejeiras é atingir elevadas produtividades e eficiências com um custo mínimo, sem causar danos na qualidade da cerveja. O aumento da produtividade através de menores tempos de processamento deverá considerar tanto os custos de capital, quanto os custos de operação, o que permitirá estimular mais desenvolvimentos na elaboração de cervejas pelo processo de altas densidades (Russel e Stewart, 1995).

4.2.1 Classificação de Cervejas

Atualmente no mercado podemos encontrar uma enorme variedade de cervejas, podendo ser a maioria delas classificadas em dois grandes grupos: tipos *ale*, obtidas pela ação do levedo

que emerge para a superfície do meio durante a fermentação tumultuosa (cerveja de alta fermentação), e tipo *lager*, obtidas pela ação do levedo que se deposita no fundo da cuba, durante ou após a fermentação tumultuosa (cerveja de baixa fermentação); sendo esta última a mais popular e consumida em todo o mundo (Hardwick, 1994; Martins, 1991).

4.3 Preparação da Cerveja

Genericamente, define-se cerveja como uma bebida de baixo teor alcoólico, preparada a partir de malte de cevada, lúpulo, fermento e água de boa qualidade, podendo ainda ser utilizadas outras matérias primas como arroz, milho e trigo (Tornic, 1986). Vide processo da fabricação de cerveja na figura 4.1:

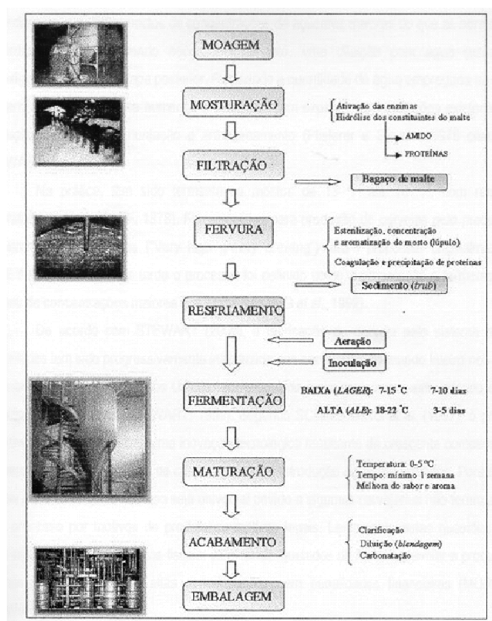


Figura 4.1 Fluxograma do Processo de Fabricação de Cerveja (Dragone, 2002)

4.3.1 Moagem

O processo de elaboração do mosto cervejeiro começa com o malte de cevada (obtido através da germinação de grãos de cevada sob condições especiais, seguido de um processo de morte do embrião). O termo técnico malte define a matéria-prima resultante da germinação, sob condições controladas, de qualquer cereal (milho, trigo, aveia entre outros). A princípio qualquer cereal pode ser malteado, considerando, entre outros fatores, o valor econômico de cada cereal. O malte utilizado em cervejarias é obtido de cevada, cereal de cultivo muito antigo, utilizado em culturas no Egito entre 6.000 e 5.000 anos antes de Cristo. A cevada é uma gramínea cujos grãos na espiga, alinhados em duas ou seis fileiras, são envoltos por diversas camadas, sendo a primeira camada eliminada no beneficiamento, denominada palha, e outras camadas aderentes ao grão, em conjunto denominado casca (Cereda, 1985).

Após a colheita da safra, os grãos (sementes) são armazenados em silos, sob condições controladas de temperatura e umidade, aguardando o envio para a Malteria, indústria de beneficiamento da cevada em malte. Esse processo de transformação do grão de cevada em malte consiste basicamente em colocar a sementes em condições favoráveis de germinação, controlando temperatura, umidade e aeração, interrompendo este processo de germinação tão logo o grão tenha iniciado a criação de uma nova planta. Nessa fase, o amido presente no grão malteado possui propriedades fundamentais para o processo cervejeiro (Cereda, 1985).

A figura 4.2 apresenta o equipamento de moagem do malte de cevada:



Figura 4.2 Moagem do Malte de Cevada (EEL USP, 2010)

4.3.2 Água utilizada no Processo

Depois de moído, o produto resultante é misturado com água quente, obedecendo a um aumento de temperaturas programado. A água constitui, em quantidade, a principal matéria-prima no decorrer de um processo cervejeiro, com aproximadamente 92 a 95% da composição da cerveja. Indústrias cervejeiras tradicionalmente localizam-se em regiões onde a água é relativamente uniforme e de boa qualidade (Russell e Stewart, 1995).

Na natureza toda água contém sais dissolvidos, possuindo quantidades e qualidades destes sais de modo diferenciado de acordo com a sua região. Se a quantidade de sais for alta a água passa a ter gosto de acordo com os tipos de sais nela dissolvidos. Além disso, as águas naturais podem possuir matérias orgânicas e compostos gasosos que, além de gosto, causariam cheiro à água. Desse modo, observa-se que a quantidade de sais dissolvidos e presentes na água influencia diretamente os processos químicos que ocorrem em uma cervejaria, tendo por esse motivo, uma influência direta na qualidade da cerveja produzida. No entanto, se a água não for de boa qualidade ou não apresentar composição química adequada, ela poderá ser tratada por diferentes processos visando purificar e, se necessário, efetuar algumas modificações (Varnam e Sutherland, 2001).

Alguns requisitos básicos para alcançar uma água cervejeira de qualidade são: (1) seguir padrões de potabilidade; (2) ser limpa, inodora e indolor; (3) alcalinidade de 50 mg/L ou menor e (4) concentração de cálcio de 50 mg/L.

A água utilizada em microcervejarias, proveniente de um modo geral de tratamentos municipais de poços, deve ser regularmente verificada principalmente quanto ao cheiro, sabor, coloração e turbidez; e, em intervalos maiores, verificada quanto a sua qualidade em análise mais completa, incluindo, neste último caso, análises microbiológicas (Tschope, 2001).

A figura 4.3 demonstra o equipamento em que a água é aquecida no processo inicial:

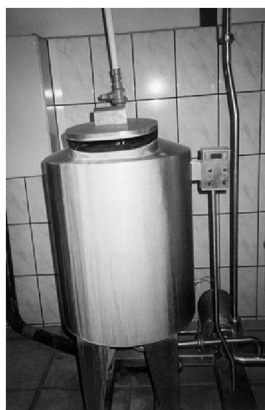


Figura 4.3 Fervura da Água (EEL USP, 2010)

4.3.3 Preparação do Mosto

A etapa anterior ao processo fermentativo, também denominado de etapa de preparo de mosto, engloba desde a moagem até a etapa de tratamento do mosto cervejeiro, pode ser resumida como segue: Malte de cevada, obtido pela germinação de grãos de cevada em condições especiais seguido de um processo de morte do embrião, é moído e misturado com água obedecendo a um aumento gradativo de temperatura.

Durante este processo, denominado mosturação, as enzimas presentes no malte são ativadas e realizam a hidrólise dos constituintes deste malte, liberando-os. Após essa etapa, a solução obtida é clarificada utilizando a própria casca do malte como camada filtrante, sendo posteriormente fervida na presença do lúpulo para aquisição das características de amargor. Neste estágio pode-se adicionar ou não o xarope de maltose como complemento do extrato (Tschope, 2001).

A fervura e, conseqüentemente, a obtenção da concentração desejada de açúcares, ocorre com a precipitação de proteínas e outros materiais que constituem um sedimento. Esse sedimento é removido e o mosto é resfriado até a temperatura de

fermentação quando normalmente é aerado e inoculado, estando pronto para a etapa de fermentação (Angelino, 1991).

4.3.3.1 Mosturação

A próxima etapa é denominada processo de mosturação, as enzimas presentes no malte são ativadas e realizam a hidrólise dos constituintes desse malte, liberando-os (Angelino, 1991).

A figura 4.4 demonstra o equipamento em que ocorre a mosturação:



Figura 4.4 Processo de Mosturação (EEL USP, 2010)

As principais enzimas atuantes, suas temperaturas e pH de atuação são mostrados na tabela 4.1:

Tabela 4.1 Temperatura e pH de atuação das enzimas (Tschope, 2001)

Enzimas	Temperatura Ótima (°C)	pH ótimo	Atuação
Hemicelulases	40 a 45	4,5 a 4,7	Hemicelulose
Exopeptidases	40 a 50	5,2 a 8,2	Proteínas
Endopeptidases	50 a 60	5,0	Proteínas
Dextrinase	55 a 60	5,1	Amido
Beta-amilase	60 a 65	5,4 a 5,6	Amido
Alfa-amilases	70 a 75	5,6 a 5,8	Amido

A ação das enzimas produz um mosto que contém aproximadamente 70-80% de carboidratos fermentescíveis,

incluindo glicose, maltose, frutose, sacarose e maltotriose (Stewart, 2000).

Após a extração, o mosto é clarificado utilizando a própria casca do malte como camada filtrante, obtendo-se uma solução denominada mosto doce. A figura 4.5 apresenta o equipamento em que ocorre a filtração:

Figura 4.5 Processo de Filtração
(EEL USP, 2010)



4.3.4 Processo de Fervura ou Cozimento

Na fase sequencial o mosto é então fervido na presença de lúpulo, para a aquisição das características de amargor. Nesse estágio pode-se adicionar ou não o adjunto de milho como complemento do extrato. Após, se dá a fervura e consequentemente, obtenção da concentração desejada de açúcares. O mosto resfriado até a temperatura de fermentação, quando normalmente é aerado até a saturação, estando pronto para ser inoculado e fermentado (Angelino, 1991). A figura 4.6 demonstra o equipamento de fervura ou cozimento:

Figura 4.6 Processo de Fervura ou Cozimento
(EEL USP, 2010)



4.3.4.1 Lúpulo

O lúpulo é uma planta de difícil cultivo e típico de regiões frias, possuindo flores masculinas e femininas em plantas diferentes. As flores femininas são agrupadas em cachos e apresentam várias dobras, que encerram as substâncias de interesse cervejeiro responsáveis pelo amargor e o aroma característico da cerveja (Tschope, 2001 e Cereda, 1985).

O lúpulo pode ser comercializado em forma de flores secas ou em extratos, podendo tradicionalmente ser classificado conforme suas características predominantes em lúpulos aromáticos e de amargor. Com a tecnologia aplicada no processo de lupulagem, alguns novos produtos têm sido desenvolvidos como, por exemplo, os extratos isomerizados (formado de partes semelhantes), que permitem o ajuste de amargor pós-fermentação, e os extratos isomerizados e reduzidos, que permitem proteção contra luz e retenção da espuma. A utilização de um ou mais destes extratos, resultantes do desenvolvimento tecnológico, ocorre em função das necessidades particulares de cada processo e das características que compõem cada tipo específico de cerveja. Por esse motivo, o processo de lupulagem torna-se parte integrante das formulações técnicas de uma indústria cervejeira, uma vez que afeta, diretamente, as características qualitativas do produto final (Tschope, 2001).

4.3.4.2 Adjuntos Adicionados no Processo Cervejeiro

Atualmente, muitos cervejeiros utilizam-se de alguma forma de adjunto ao malte de cevada. Adjuntos podem ser definidos como materiais carboidratados não-maltados de composição apropriada e propriedades que benéficamente complementam ou suplementam o malte de cevada (Russel e Stewart, 1995).

Os adjuntos na produção de cerveja podem ser definidos como qualquer fonte de carboidrato diferente do malte de cevada que contribui com açúcares fermentescíveis para o mosto (Stewart, 1994). O uso de adjuntos para suplementar o mosto constitui

uma prática de redução de custos empregada em várias cervejarias (Younis e Stewart, 1999). A adição de adjuntos com altas concentrações de açúcares fermentescíveis constitui um método alternativo para aumentar a concentração dos mostos (Thomas *et al.*, 1996).

Dependendo da sua composição química, os adjuntos podem ser classificados em amiláceos (semelhante a amido) e açucarados. Dentre os primeiros, o milho na forma de “grits” (farinha grossa) e arroz como quirera têm sido mais utilizados pelas cervejarias em nível mundial, incluindo as do Brasil. Dentre os adjuntos açucarados sobressaem os xaropes de cereais, sendo o de milho o principal deles, o açúcar comum (sacarose) e o invertido (xarope de glicose e frutose) provenientes da cana-de-açúcar ou beterraba sacarina (Venturini Filho e Cereda, 2001).

Quanto menor o nível de lúpulo e quanto maior o nível de adjuntos utilizado no processo de altas densidades, mais adequado é o produto formado sem que haja mudanças significativas de sabor. As cervejas produzidas com 100% de malte podem causar cargas excessivas nas tinas de mosturação e filtração. Um aumento na altura da camada filtrante, ou um aumento da viscosidade do mosto pode aumentar os tempos das corridas, até um ponto em que os benefícios do processo em relação à produtividade são perdidos (Murray *et al.*, 1995).

O método mais utilizado para preparar mostos de alta concentração de açúcares tem sido a adição de xarope de milho no cozinhador (etapa de fervura do mosto) (Hartwick, 1994). Os xaropes de milho com alto conteúdo de maltose, (com concentrações de maltose superiores a 50% do extrato fermentescível), permitem ao cervejeiro introduzir adjuntos líquidos em qualquer nível do processo sem modificar o perfil de carboidratos do mosto (Stewart, 2000).

No entanto, o nível de substituição do malte pelo adjunto pode chegar até 50% (Venturini Filho e Cereda, 2001). De acordo com esses autores, não há uma regra geral com relação à utilização do adjunto, e cada cervejaria define a proporção malte/adjunto para cada tipo de cerveja que produz.

Entretanto, o abuso na quantidade de adjunto pode resultar em mostos nutricionalmente pobres para a fermentação alcoólica e de elevada viscosidade, tornando a sua filtração lenta. Além disso, os mostos obtidos somente com o malte, usualmente apresentam excesso de componentes nitrogenados, mas à medida que se aumenta a porcentagem de adjunto, ocorrem problemas relacionados com falta de nitrogênio no meio (Kirsop, 1982 citado por Casey *et al.*, 1984).

Há perspectivas de que os fatores econômicos levem a um aumento na utilização de adjuntos pelas cervejarias em todo o mundo. O uso dos adjuntos açucarados, principalmente na forma de xarope, tende a crescer em função de sua uniformidade, da facilidade que apresenta no armazenamento e utilização industrial. No Brasil, boa parte das cervejarias que até pouco tempo empregavam adjuntos amiláceos à base de milho e arroz, passaram a utilizar xarope de milho com alto conteúdo de maltose na formulação de suas cervejas (Ventutini Filho e Cereda, 2001).

A tabela 4.2 apresenta a variação na composição de açúcares conforme tipo de xarope de milho:

Tabela 4.2 Variação na Composição de Açúcares (Ventutini Filho e Cereda, 2001)

Açúcar	Xarope de milho (g/L)	Xarope de milho com alto conteúdo de maltose (g/L)
Glicose	15	5
Maltose	55	70
Maltotriose	10	10
Dextrinas	20	15

Verifica-se que o aumento da adição de xarope de milho com alto conteúdo de maltose diminui o consumo percentual de açúcares e influencia negativamente na produtividade do processo (Almeida e Silva, 2001). Durante fermentações de mostos com concentrações normal (12 °P) e concentração muito alta (20 °P), e com adição ou não de xarope de milho com alto conteúdo de maltose (*very high maltose syrup* – VHMS), relata-se que ocorre

uma lenta e incompleta fermentação do mosto com adição do adjunto devido à falta de nutrientes (Younis e Stewart, 1999).

4.3.4.3 Temperatura

A influência da temperatura nas fermentações de mostos com alta concentração está relacionada com a tolerância ao etanol. Mostos de alta concentração (27 °P) obtidos com a adição de xarope de milho, suplementos com nutrientes e fermentados a 14, 20, 25 e 30 °C mostraram que a velocidade de fermentação acompanhou o aumento da temperatura (Casey *et al.*, 1984).

4.3.4.4 Produção de Cervejas de Altas Densidades

O processo cervejeiro tem experimentado pequenas mudanças nos últimos anos, quando comparado com outros processos industriais. As áreas mais importantes para novas mudanças constituem a adoção do processo de produção de cervejas de altas densidades, a utilização de adjuntos com elevadas concentrações de maltose, a introdução de novos tipos de filtros e o emprego de diferentes tipos de lúpulos (Russell e Stewart, 1995).

A produção de cervejas de altas densidades (“*high gravity brewing*”) é um procedimento que utiliza mostos de concentração de açúcares maiores do que as normalmente utilizadas (11-12 °P), sendo necessário, portanto, uma diluição com água em uma etapa posterior. Reduzindo a quantidade de água empregada na sala de preparo do mosto, pode-se aumentar a produção sem expandir as instalações existentes para produção de mosto, fermentação e armazenamento (Pfisterer e Stewart, 1975 citados por Stewart *et al.*, 1997).

Na prática, têm sido fermentados mostos de 13 °P até 18 °P, com resultados satisfatórios. Fermentações para produção de cervejas pelo processo de concentrações muito altas (“*Very high gravity brewing*”) foram propostas originalmente por Casey *et al.*, (1984).

A fabricação de cerveja pelo sistema de altas densidades tem sido progressivamente introduzida nas cervejarias do mundo inteiro nos últimos 25 anos. Já em 1997 nos Estados Unidos, era produzida mais cerveja por esse método que por métodos convencionais (Stewart, 2000).

O processo de altas densidades constitui uma inovação tecnológica resultante da crescente competitividade do mercado, tanto na redução de custos, quanto na introdução de novos produtos (Schmidell *et al.*, 2001).

Porém, ainda não se pode dizer que o uso seja universal devido a algumas cervejarias não terem adotado esse processo por motivos de produto ou motivos legais. Lentamente as questões legais, mais precisamente os aspectos fiscais, vêm sendo ajustadas de modo a permitir a produção de cerveja pelos sistemas de altas concentrações sem penalidades financeiras (Murray e Stewart, 1995).

O processo de altas densidades apresenta as seguintes vantagens: (1) crescente capacidade de produção de cerveja através de um uso mais eficiente das instalações existentes da planta, (2) redução de custos de energia, custos de mão de obra, limpeza e redução de efluentes, (3) incremento das propriedades organolépticas (percepção sensorial), (4) maior produção de álcool por unidade de extrato fermentescível, (5) os mostos podem conter maiores proporções de adjuntos, (6) a cerveja possui um paladar mais suave (Russell e Stewart, 1995).

Em termos de economia, foi estimado que o aumento na concentração do mosto de 12 para 15 °P resulta na diminuição de 14% no consumo de energia e no aumento de 25 até 35% na produtividade (Hackstaff, 1978; McCaig *et. al.*, 1992).

Um modelo proposto para uma cervejaria com uma produção anual de 100 milhões de litros baseada em custos da Alemanha estimou uma economia anual nas suas despesas de US\$ 1.283.000, quando adotado o processo de altas densidades. Nesse cálculo, foram estimadas economias de

30% de energia no preparo do mosto, 1% em perdas, 30% em água e efluentes e 1% em mão de obra (Russell e Stewart, 1995).

Algumas desvantagens desse processo têm sido discutidas, como:

(I) a diminuição da eficiência de extração dos açúcares do malte durante a mosturação e uma redução da utilização de lúpulo devido à alta concentração;

(II) diminuição da estabilidade de espuma;

(III) os mostos com altas concentrações iniciais de açúcares podem influenciar no desempenho da levedura com efeitos sobre a características de fermentação (Russel e Stewart, 1995).

4.3.4.5 Considerações sobre a Concentração

Conclui-se que à medida que a concentração inicial do mosto é aumentada, efeitos de estresse tais como alta pressão e níveis de etanol elevados tornam-se mais significativos, resultando em viabilidades reduzidas da levedura e fermentações mais lentas (D'Amore et al, 1991).

As leveduras cervejeiras são geralmente características por possuírem uma tolerância relativamente baixa às altas concentrações de etanol. O crescimento celular é inibido em concentrações acima de 10% (v/v), enquanto que a capacidade fermentativa é inibida em concentrações acima de 20% (v/v) de etanol. Relata-se que uma forma de se melhorar a estabilidade da espuma é a utilização de malte e trigo (Stewart *et al.*, 1998).

Experimentos realizados com a concentração de 20 °P tiveram um menor grau de fermentação (atenuação do mosto) do que os experimentos realizados com 15 °P. Esse comportamento deve ser considerado quando se analisa a viabilidade econômica da utilização de mostos mais concentrados (Almeida e Silva *et al.*, 2001).

Não existe efeito negativo na viabilidade celular quando mostos com 12 °P foram utilizados. Porém, a levedura lavada

com ácido, quando utilizada na fermentação de mostos com elevadas concentrações (20 °P), apresentou uma diminuição da viabilidade celular causada pelo estresse devido tanto à pressão osmótica quanto ao aumento nas concentrações de etanol (Stewart, 1998).

O aumento na concentração do mosto de 15 °P para 20 °P não apresentou aumento da concentração de produtos que influenciam o sabor da cerveja (Almeida e Silva, 2001).

4.4 O Processo Fermentativo

As características de sabor e aroma de qualquer cerveja estão determinadas na maior parte pelo tipo de levedura utilizada. Embora o etanol seja o principal produto de excreção produzido pela levedura durante a fermentação do mosto, este álcool primário tem pequeno impacto no sabor da cerveja. O tipo de concentração de vários outros produtos formados durante a fermentação determina primariamente o sabor de cerveja. Sua formação depende do balanço metabólico global do cultivo da levedura. Vários fatores podem afetar esse balanço e consequentemente o sabor de cerveja, incluindo: a cepa da levedura, a temperatura e o pH de fermentação, o tipo de nível de adjunto e a concentração do mosto (Stewart, 2000).

A figura 4.7 apresenta o equipamento para a produção de fermento:

Figura 4.7 Produção do Fermento (EEL USP, 2010)

No processo cervejeiro tradicional, os mostos com concentrações de 11 ou 12 °P, são fermentados para produzir



cervejas com 4 ou 5% (v/v) de etanol (Casey *et al.*, 1984). O grau Plato (°P), é uma das principais unidades de medida de concentração utilizada nas cervejeiras (Odomeru *Et. al.*, 1992).

Na fermentação certa quantidade de oxigênio deve estar disponível para que se fermente eficientemente. Este é o único ponto onde o oxigênio é benéfico; em qualquer outra parte do processo de fabricação da cerveja, o oxigênio promove instabilidade no sabor (Stewart 2000).

A figura 4.8 apresenta o equipamento em que ocorre o processo de fermentação da cerveja:

Figura 4.8 Processo de Fermentação (EEL USP, 2010)



No final da fermentação principal, a cerveja jovem (ou verde) apresenta sabores e aromas não desejáveis. O processo de maturação ou fermentação secundária, pelo qual a cerveja é armazenada em tanques em baixas temperaturas (0-5 °C), permite desenvolver as características finais. Após a maturação, a cerveja é clarificada, estabilizada, e embalada (Munroe, 1994).

4.5 Fatores que afetam a Fermentação do Mosto

Vários fatores influenciam a fermentação de mostos para a produção de cervejas. Entre esses fatores podem ser destacados: a composição e a concentração do mosto, a temperatura de fermentação, o nível de oxigênio inicial, e a concentração de etanol (D'Amore *et al.*, 1991).

Nas seções seguintes encontram-se sumariados os aspectos

mais relevantes de cada um desses e de outros fatores, direcionados à produção de cervejas pelo processo de altas concentrações.

4.5.1 Suplementação Nutricional

A deficiência nutricional é outro fator limitante da produção de elevados níveis de etanol. Com uma suplementação nutricional apropriada, cepas de leveduras cervejeiras podem produzir até 16,2% (v/v) de etanol em fermentações descontínuas à 14 °C, utilizando mostos com 31 °P (Casey et al., 1984).

A composição do meio exerce uma grande influência sobre a capacidade da levedura em fermentar substratos concentrados (Stewart *et al.*, 1998).

A concentração de nutrientes limitantes do crescimento em mostos com altas concentrações deve ser aumentada na proporção da concentração específica do mosto utilizado (Casey et. al., 1983).

4.5.2 Suprimento de Oxigênio

A fermentação do mosto para a produção de cerveja é principalmente anaeróbica, mas, uma certa quantidade de oxigênio deve estar disponível para uma fermentação eficiente. Somente no início do processo fermentativo o oxigênio é benéfico; em qualquer outra etapa do processo, promove instabilidade no produto final (Stewart, 2000).

O conceito tradicional da fermentação de cerveja considerava que o crescimento acontecia antes da fermentação da maioria dos açúcares. Atualmente é sabido que o consumo de açúcares e a produção de etanol são fenômenos associados ao crescimento celular (Stewart e Russell, 1998).

O nível de oxigenação do mosto tem mostrado um importante papel no desempenho da levedura (fermentação), especialmente

em mostos com altas concentrações. As leveduras requerem oxigênio para sintetizar ácidos graxos insaturados, os quais são necessários para o contínuo crescimento anaeróbico e para a fermentação (O'Connor-Cox *et al.*, 1990, apud D'Amore, 1991).

4.5.3 Concentração nas Fermentações

Nota-se a importância da concentração do inóculo em fermentações de mostos com alta concentração (29 °P) obtidos pela adição de xaope de milho. Esses autores relataram que com o aumento da concentração de inóculo as fermentações completaram-se mais rapidamente (Casey *et. al.*, 1984).

O aumento da concentração de inóculo (Implantação de microrganismos) para estimular a velocidade da fermentação pode ser benéfico, principalmente quando não é permitida pela lei a suplementação do mosto com nutrientes estimuladores do crescimento da levedura (O'Connor-Cox e Ingledew *et al.*, 1990, apud D'Amore, 1991).

4.6 Velocidade das Reações da Fermentação da Cerveja

A otimização do processo de fermentação da cerveja visando a máxima produtividade a uma qualidade constante do produto requer a compreensão quantitativa das relações existentes entre os parâmetros do processo, a composição do mosto e a qualidade final da cerveja. Portanto, pode ser estabelecido um modelo cinético considerando as características principais do metabolismo da levedura. Um modelo cinético para a produção de cerveja separa o crescimento da biomassa em fases.

O modelo cinético pode ser utilizado para a otimização, o controle e até para a automatização do processo. O modelo proposto para representar a influência da composição inicial do mosto no processo de fermentação deve se basear em equações de velocidades separadas para cada um dos açúcares consumidos. A produção de células, etanol e CO₂ é então relacionada ao

consumo total de açúcares fermentescíveis, utilizando fatores de conversão variáveis (Mensour *et. al.*,1996).

4.7 Maturação e Armazenamento

Com o término do processo de fermentação, todo fermentado obtido será então resfriado para a temperatura de 0,5 °C retirando a levedura presente do fundo do tanque, processo denominado maturação. Esse processo de maturação será realizado por um período de 15 dias, ocorrendo uma nova retirada de levedura do fundo do fermentador para que o produto fique armazenado em tanque provido de indicador digital de temperatura além de manômetro para a indicação de pressão interna (Silva, 2005). A figura 4.9 demonstra o tanque de maturação e armazenamento:



Figura 4.9 Processo de Maturação e Armazenagem (EEL USP, 2010)

4.8 Análise Sensorial

A análise sensorial é uma ciência interdisciplinar utilizada para medir, analisar e interpretar reações fornecidas pelas características dos alimentos e bebidas ao entrarem em contato com os receptores dos órgãos dos sentidos: visão, audição, olfato, gustação e tato (Cardello, 1999). A experiência em alguns casos de sensações pode ser reunida em uma única propriedade sensorial, o sabor (ABNT, 1998). A figura 4.10 apresenta a cabine de análise sensorial para averigação da qualidade de bebidas realizadas por degustadores:



Figura 4.10 Cabine de Análise Sensorial (EEL USP, 2010)

São muitas as aplicações de análise sensorial na indústria de alimentos e nas instituições de pesquisa, como por exemplo um novo produto, na avaliação do efeitos das alterações nas matérias-primas ou no processamento tecnológico sobre o produto final, na seleção de uma nova fonte de suprimento e até mesmo no controle da qualidade (Dutcosky, 1996; Hardwick, 1994).

Este capítulo procurou demonstrar que a indústria cervejeira tem buscado redução dos custos, melhoria da qualidade e propriedades benéficas ao produto para aumentar suas vendas. Isso vem ocorrendo através do crescimento notável do segmento cervejeiro. Uma das formas de se obter uma minimização dos custos de fabricação, é reduzir os gastos com a energia utilizada na produção. Isso também gera um benefício ambiental, pois o uso racional de energia nas etapas para a fabricação, não deixa de estar relacionado a questões de educação ambiental, cuja temática será abordada a seguir.



5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Este capítulo tem por finalidade enfatizar como a educação ambiental se constitui em uma ferramenta importantíssima para promover o desenvolvimento sustentável, respaldando o que já vem sendo tratado em capítulos anteriores.

A educação ambiental aplicada no ensino é um excelente instrumento de conscientização e busca do crescimento sustentável. Entretanto, tê-la como fato isolado não é o suficiente. A educação ambiental deve transcender quaisquer obstáculos, devendo ser amplamente compartilhada e difundida em busca de ações efetivas em prol do desenvolvimento sustentável, seja pelas pessoas pertencentes a uma determinada comunidade acadêmica ou outras comunidades em geral. Para lidar com a complexidade da Educação Ambiental (EA), é necessário promover mudanças significativas criando uma nova visão e um novo pensar, buscando apoio governamental e envolvimento da sociedade nas causas nobres de preservação do meio ambiente.

Temas fundamentais serão abordados, como a Educação Ambiental como um campo novo, a importância dos educadores envolverem-se na elaboração de novas metodologias pedagógicas para a prática de EA, a aplicação em instituições educadoras, as dificuldades de implantação, caminhos e rotas percorridas neste cenário, a necessidade de revalorizar esta temática, da busca de um maior envolvimento e participação da sociedade como um todo, os valores éticos, a relevância dos Projetos Políticos Pedagógicos, o compromisso e um novo olhar frente à sustentabilidade.

5.1 A Educação Ambiental no Ensino

O ensino da ecologia na maioria das escolas está diretamente

vinculado ao livro didático de Ciências e consequentemente à sala de aula. Sendo esta uma situação controversa, já que os fenômenos estão ocorrendo a todo o momento fora dos livros: no pátio da escola, no bairro, na cidade... Enfim, existe uma série de locais e situações em que conceitos ecológicos podem ser abordados. Uma delas é ação conjunta entre escolas e universidades (Lopes, 2004).

A Educação Ambiental é um campo de atividade e saber constituído, mundial e nacionalmente, nas últimas décadas do século passado com o objetivo de compreender e responder a um conjunto de problemas expressos nas relações que envolvem a sociedade, a educação e o meio ambiente. Seu rápido crescimento e diversificação desencadearam uma multiplicidade de ações e de discursos que despertaram a atenção e o esforço da pesquisa acadêmica interessada em compreender os significados, os motivos, as características e especialidades deste novo campo social. A Educação Ambiental apresenta-se como um campo novo e multidimensional, ainda insuficientemente explorado em sua complexidade, diversidade, em suas identidades e alcance social (Lima, 2005).

Reduccionismos frequentes nos discursos de Educação Ambiental tendiam a tratar a questão ambiental ora como um problema estritamente ecológico, ora como um problema técnico, ora como um problema comportamental dos indivíduos, entre outros tantos reduccionismos, que incorriam na desconsideração da multidimensionalidade necessária e inerente nas relações entre o meio ambiente e a sociedade. Esses reduccionismos resultam em simplismos, mutilações e disjunções do conjunto de relações entre o campo e suas partes constituintes, como diria Morin (Op. Cit., 2005).

É necessário conhecer o campo da Educação Ambiental, porque este guarda a potencialidade de promover a reflexão e a problematização das relações entre a sociedade e o meio-ambiente, além de influir sobre a sensibilidade, a consciência dos indivíduos, a coletividade, sobre a natureza problemática

dessas relações e sobre as mudanças necessárias ao seu direcionamento. Consiste, portanto, em um instrumento, entre outros, portador da capacidade de promover mudanças que forneçam respostas aos desafios ambientais contemporâneos (Op. Cit., 2005).

A Educação Ambiental com o objetivo de problematizar as condições de existência, necessariamente penetrará no terreno das representações sociais. Na leitura do real, os indivíduos consolidam as representações que associam ao contexto em que vivem (Ruscheinsky, 2002 apud Lopes, 2004).

Conhecer e compreender o campo da Educação Ambiental justifica-se, enfim como uma necessidade fundamental para o desenvolvimento de todas iniciativas e intervenções relacionadas à temática. É fundamental, por exemplo, para que os educandos e educadores possam optar pela tendência político-pedagógica de educação ambiental que melhor atenda às suas necessidades. É indispensável para os educadores envolvidos na elaboração das metodologias pedagógicas necessárias à prática da Educação Ambiental. É também necessária para os planejadores e formuladores de políticas públicas para o avanço das redes, das entidades e dos movimentos da sociedade civil que trabalham a relação entre educação, sociedade e meio-ambiente (Lima, 2005).

Em estudos realizados por Dutra (2006), apuraram-se em questionários respondidos por docentes em uma escola do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) da Unidade Descentralizada de Leopoldina – MG, questões relacionadas com os temas gerais da Educação Ambiental, com a prática pedagógica dos docentes e com a participação dos mesmos em projetos do tema abordado. A figura 5.1 demonstra o tempo de docência entre os professores pesquisados:

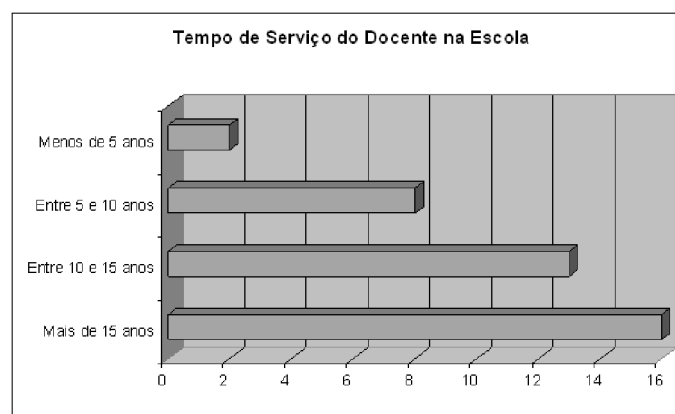


Figura 5.1 Tempo de Serviço do Professor na Escola (Dutra, 2006)

Buscou-se saber o tempo de docência dos professores na escola (figura 5.1), para verificar se isso influencia o conhecimento que possuem com relação à educação ambiental e para aqueles que têm pouco tempo na escola, se possuem algum conhecimento a respeito do tema pesquisado. Como resultado da pesquisa tem-se que a maioria dos professores (16) lecionam por um período acima de 15 anos, treze (13) lecionam de 10 a 15 anos, oito (8) lecionam de 5 a 10 anos, apenas 2 (dois) lecionam de 0 a 5 anos. Com relação ao tempo de docência, a maioria leciona há mais de 15 anos na escola (Op. Cit., 2006). A figura 5.2 demonstra a participação dos professores da escola em projetos relacionados com o meio ambiente:

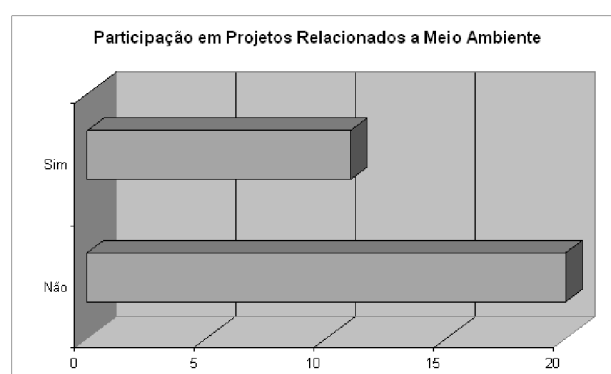


Figura 5.2 Participação do Professor em Projetos Ambientais (Dutra, 2006)

As respostas obtidas a esta questão demonstram a gravidade da situação adicional com relação ao tema meio ambiente. A maioria dos professores comprovou, através de seus depoimentos, a ausência de um projeto pedagógico interdisciplinar na escola. Aqueles que responderam positivamente, quase sempre relataram atividades esporádicas e não sistematizadas com relação ao tema. No geral, a maioria não participa e nunca participou de projetos deste tipo (Dutra, 2006).

A figura 5.3 apresenta a utilização do tema “meio ambiente” na prática pedagógica dos docentes:

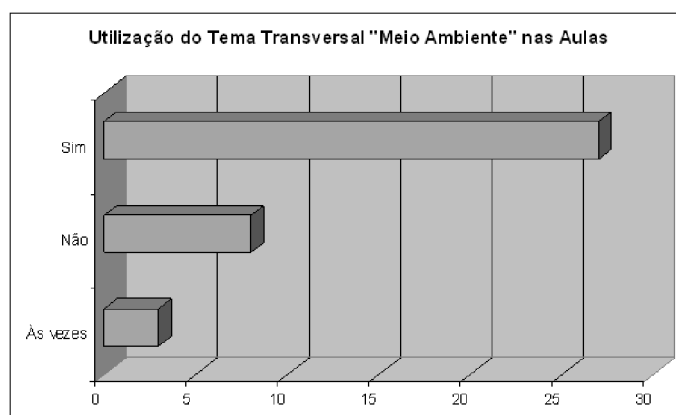


Figura 5.3 Utilização do Tema “Meio Ambiente” pelos Docentes (Dutra, 2006)

Verifica-se que, do total, 27 professores utilizam temas transversais em aulas, e das mais variadas formas: vídeos, jornais, revistas, poesias, músicas, entre outras. Oito (8) docentes disseram que não utilizam, alguns por não saberem; três (3) docentes manifestaram utilizar o tema às vezes (Dutra, 2006).

Conforme Lima (2005), analogamente, pode-se dizer que o campo da Educação Ambiental é composto por uma diversidade de atores, grupos e instituições sociais que compartilham, enquanto membros do campo, um núcleo de valores, de normas e características comuns, mas que se diferenciam entre si, por

suas concepções sobre a crise ambiental e pelas propostas político-pedagógicas que defendem para abordar os problemas ambientais. Essas concepções ambientais e pedagógicas, por sua vez se fundamentam nos interesses e posições políticas diversas que oscilam entre tendências à conservação ou à transformação das relações sociais e das relações que a sociedade mantém com o seu ambiente. Esses diferentes grupos portadores de diferentes projetos político-pedagógicos disputam entre si a hegemonia do campo da Educação Ambiental e a possibilidade de orientá-lo de acordo com a sua interpretação e seus interesses.

Grande parte dos problemas e conflitos vivenciados pela Educação Ambiental em seu processo de constituição e desenvolvimento, se deve justamente às dificuldades provenientes dos saberes e das práticas disciplinares enraizados socialmente e de uma recorrente compreensão dicotômica da realidade que tende a separar o ecológico e o social, o individual e o coletivo, a subjetividade e a objetividade, o científico e o não científico, a produção e o consumo, as causas da degradação socioambiental e de seus efeitos, as mudanças políticas e as mudanças culturais, a natureza e a cultura, a pedagogia comportamental e a pedagogia política, a tecnologia e a ética, o público e o privado, o disciplinar e o transversal, o local e o global entre outras dicotomias possíveis, todas redutoras da complexidade do fenômeno ambiental (Lima, 2005).

Atualmente a Educação Ambiental tem sido associada a um processo de reflexão e de tomada de consciência dos processos ambientais, conduzindo à participação e ao resgate da cidadania nas tomadas de decisão, visando à intervenção através de metodologias autônomas no uso de estratégias do desenvolvimento e consequente melhoria da qualidade de vida (Leff 1997 apud Maroti 2002)

Ninguém será um bom professor ou professora sem dedicação, sem preocupação com o próximo, sem amor no sentido amplo. O professor transmite o que ninguém pode tirar de alguém, que é o conhecimento. Conhecimento só pode ser transmitido por

meio de uma doação, e a responsabilidade maior do professor é formar o cidadão, além de esperar que esses conhecimentos tenham uma relevância para que os indivíduos sejam (D'Ambrosio 1998 apud Maroti 2002):

a) Consumidores inteligentes em particular dos recursos oferecidos pela ciência e tecnologia em coisas relacionadas com a nutrição, saúde, energia, dejetos, e outros tantos aspectos;

b) Conscientes na tomada de decisões ou como eleitores daqueles que tomarão decisões em matérias relacionadas com ciência e tecnologia, tais como políticas ambientais, políticas de produção, medidas econômicas, plano de desenvolvimento, questões de segurança e outras do gênero;

c) Motivados para a vida profissional sendo capazes de fazer opções que são oferecidas, capazes de enfrentar o treinamento para profissões novas que hoje dependem cada vez mais das tecnologias, comunicações e questões ambientais.

A tarefa que a Educação Ambiental tem pela frente é dupla. Será necessária uma crítica radical e permanente aos processos promovidos e sustentados pela ética antropocêntrica do racionalismo moderno. Ao mesmo tempo, para não ficar imobilizada pela sua própria crítica, a educação ambiental deve tentar recuperar o avesso, ou seja, alguns dos saberes que carregassem a possibilidade de uma sociedade ecologicamente sustentada. Na verdade, esses dois horizontes são complementares e adquirem um sentido quando efetivados na forma programática de educação ambiental (Grün 1996 apud Oliveira Jr. 2005).

5.2 A Complexidade da Educação Ambiental

Conforme Tréllez Solís (2006), a educação ambiental, nos últimos vinte anos, tem percorrido muitos caminhos e rotas, transcendendo os tempos e abrindo comportas a esperanças. Este fato é como elaborar uma obra de arte, em que os educadores e educadoras tentam ingressar nas multidimensionalidades para se moverem na turva complexidade de talhar imagens de um novo horizonte.

A arte educativa em conformidade com Freire (1996) propicia as condições em que os educandos ensaiam uma experiência profunda para se assumirem como seres sociais, históricos, pensantes, comunicativos, transformadores... É este sentido que torna capaz a construção de novos cenários da vida e novos saberes.

As verdades humanas se convertem em verdades da natureza. Na medida em que os seres humanos se tornam capazes de encontrar a mesma natureza de raízes do tempo, isto deixa de ser um conceito separado para expressar uma propriedade, uma dinâmica. A liberdade para se alcançar o mundo exterior tem como requisito prévio o desenvolvimento da liberdade interna, de modo que o fortalecimento deste equilíbrio se enlaça com as possibilidades de relacionamento harmônico entre os seres humanos e a natureza. O efeito, o tempo e as incertezas são temas chaves nos quais o conhecimento atualmente se abre a novas verdades de transformações e opções de trocas. Faz-se um chamado de responsabilidade coletiva com responsabilidade de construção do futuro da humanidade (Prigogine 2004 apud Tréllez Solís 2006).

O processo de transcendência da atividade de Educação Ambiental afronta o desafio da sustentabilidade, exigindo melhorias na forma de agir dos indivíduos, requerendo maior conhecimento e respeito às questões ambientais, considerando os processos temporais, as incertezas e as responsabilidades éticas visando a ingressar nas lógicas da natureza, transformando as ações verdadeiras em uma relação

permanente, curiosa e criativa. Da natureza ao infinito, a Educação Ambiental leva a uma nova realidade, renovando o compromisso perante a justiça e liberdade, exigindo avançar na abordagem da complexidade e reitera a busca de novas maneiras de conhecer e atuar com um marco de sensibilidade e compromisso (Prigogine 2006 apud Tréllez Solís 2006).

A educação para um futuro sustentável requer uma educação que se aproveite ao máximo as capacidades de todos os seres humanos de autocomunicação e relação com o entorno. Isso pode ajudar a desenvolver uma sensibilidade que por razões culturais os indivíduos estejam deixando de lado ou esquecendo. É necessário revalorizar as formas de conhecimento e das relações que nos ajudem a identificar e avaliar a enorme variedade de experiências educativas que já existem e que aplique as lições aprendidas nos âmbitos mais amplos. O autoconhecimento permitirá a compreensão das funções dos processos naturais e culturais nos quais as pessoas se integram e são resultados, causa e efeito, consequência dos atos que geram. Deve haver uma educação por processos e sobre processos, não sobre eventos pontuais e isolados da totalidade (Tréllez Solís, 2006).

A educação ambiental vista dessa perspectiva requer uma permanente dimensão crítica que busque melhorar as suas abordagens de pensamento e de ação. Que fortaleça o seu compromisso com a sustentabilidade e fomenta a criação de pontos de comunicação entre a educação formal e não formal.

Inserir apenas um desses aspectos sem considerar o outro, é enunciar e trabalhar de modo exclusivo na fase formal da educação, esquecendo da ligação necessária com as realidades comunitárias onde acontecem as atividades de educação não formal. Isso implicaria cortar laços entre os seres sociais que transcendem o âmbito escolar, criando situações que nem sempre correspondem aos contextos locais e regionais.

E vice-versa, desde a educação ambiental não formal torna-se necessária a ligação com os centros educativos fornecendo a prática dos elementos que vão contribuir para uma melhor compreensão dos saberes e dos conteúdos acadêmicos, com um

olhar construtivo e de envolvimento participativo (Tréllez Solís, 2006).

5.2.1 Centros de Educação Ambiental

No Brasil, visando à busca de envolvimento participativo surgiu a concepção dos Centros de Educação Ambiental (CEAs) da Rede Brasileira de Centros de Educação Ambiental (Rede CEAs) que conta com a parceria de diversas instituições, como: Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Educação, Laboratório de Educação e Política Ambiental da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ / USP), Rede Brasileira de Educação Ambiental, Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais, Instituto Estadual de Florestas / MG, Rede Mineira de Educação Ambiental, ALCOA e outras. A figura 5.4 sintetiza a essência desta concepção e iniciativa:

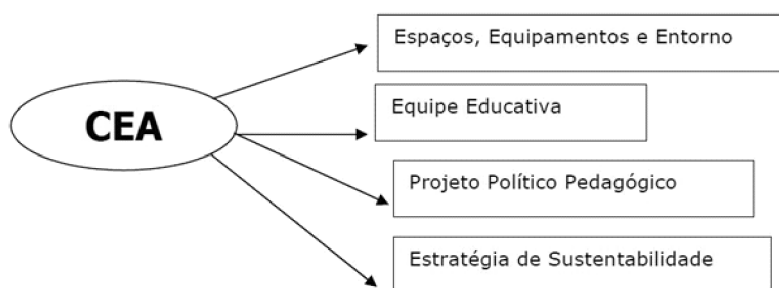


Figura 5.4 Dimensões Relativas à Concepção de CEA (Silva, 2004)

O papel dos CEAs é atuar na construção de sociedades sustentáveis tendo como relação os princípios do ambientalismo e educação ambiental. Outros países, a exemplo da Espanha também criaram projetos de Centro de Educação Ambiental denominados *Equipamientos de Educación Ambiental* (EEAs). Pérez (apud Silva 2004) propôs que os CEAs possuam:

a) um **Projeto Educativo** que explicita os princípios educativos e ambientais sobre os quais se assenta, assim como os objetivos que persegue, as metodologias que aplica, as atividades que realiza, os recursos que utiliza e os coletivos de destinatários aos quais se oferece;

b) uma **Equipe de Profissionais**, devidamente qualificados e em número suficiente para atender às demandas dos diversos coletivos de usuários aos quais se dirige;

c) **Espaços Organizados** localizados em paisagens rurais, espaços naturais ou espaços urbanos, que constituem cenários pedagógicos adequados para a consecução de seus objetivos em função da tipologia de destinatários. Esses espaços podem ter sido criados especificamente em função do Projeto Educativo ou podem utilizar-se instalações e infra-estruturas desenhadas para outros fins, mas que se adaptem e garantam o desenvolvimento do Projeto;

d) **Recursos e Materiais** adequados para a realização das atividades previstas no Projeto Educativo e coerentes com os princípios da Educação Ambiental;

e) uma **Estratégia Avaliativa** adequada em sua planificação, instrumentos e agentes que, contidas no Projeto Educativo, explicita quem, como e quando se avaliam os programas desenvolvidos de modo que se garanta a retroalimentação do Projeto.

Os CEAs visam a possuir estratégias que alcancem a meta da sustentabilidade, englobando as dimensões: ecológica, econômica, social, política e cultural. Todo esse conjunto de estratégias está diretamente relacionado com a *práxis* do planejamento e avaliação. Em um estudo realizado em 101 CEAs do Brasil verificou-se que embora tenham essas dimensões em comum que lhes permitem ser considerados como tais, eles constituem iniciativas que guardam entre si muitas especificidades.

A construção de uma proposta conceitual do termo Centro de Educação Ambiental requer o inter-relacionamento entre

diversas áreas do conhecimento, diversas experiências e saberes, além de uma boa dose de ousadia. O campo da Educação Ambiental atravessa a sua “juventude” no Brasil. Na atualidade é também perceptível todo o acúmulo construído nos campos teórico-conceitual, metodológico e prático. Considerando que o Brasil dispõe de diversas *educações ambientais* pensadas e praticadas, as múltiplas iniciativas dos CEAs em atividade no país constituem um cenário consideravelmente *complexo* e *biodiversificado* de experiências, ações, articulações, intervenções, mobilizações, revestidas de um potencial fabuloso de constituição de espaços que contribuam para a construção de sociedades sustentáveis (Silva, 2004).

As fases da história do surgimento e consolidação dos CEAs no Brasil podem ser vistas na tabela 5.1:

Tabela 5.1 Fases do Surgimento dos CEAs no Brasil (adaptado de Silva, 2004)

Nome da Fase	Períodos (Anos)
Fase Fundacional	1976 – 1987
Fase da “Oficialização”	1988 – 1992
Fase da Efetivação	1993 – 1997
Fase de Formalização	1998 - 2003

A adaptação da tabela 5.1 substitui o termo Fase Atual para Fase de Formalização considerando informações da própria Rede CEAs (2011), hospedada inclusive pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ / USP), que cita que a Rede Brasileira de Centros de Educação Ambiental (Rede CEAs) foi formalizada no ano de 2003, a partir da necessidade de se articularem as diversas iniciativas de CEAs existentes no país.

Podem-se verificar na figura 5.5 as porcentagens relativas dos 101 CEAs que foram surgindo nos períodos:

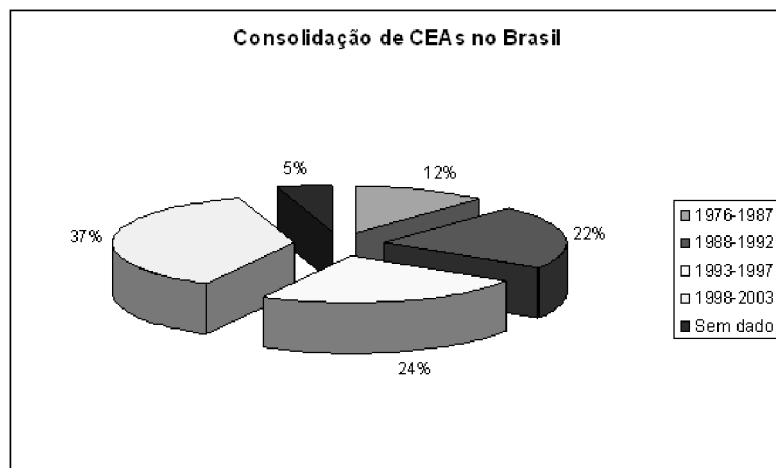


Figura 5.5 Fases de Surgimento dos CEAs no Brasil (Silva, 2004)

É possível observar na figura 5.5 que o número de CEAs foi aumentando no decorrer do tempo. Na figura 5.6 é possível ver a distribuição de CEAs por Unidades Federativas no Brasil:

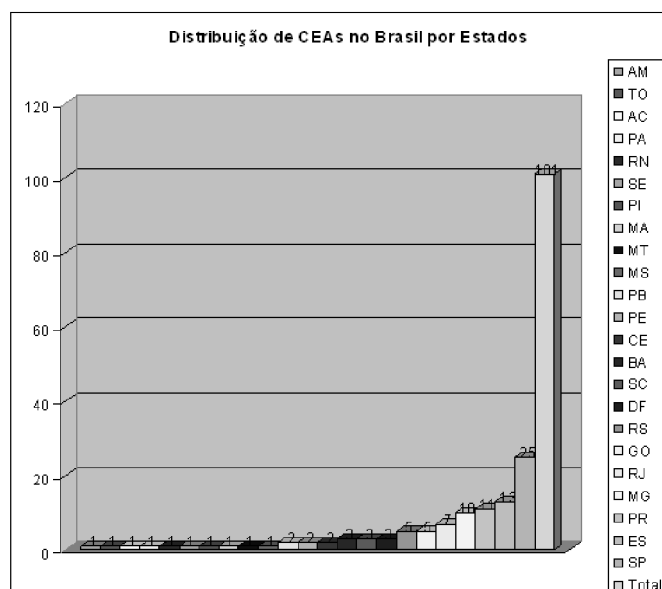
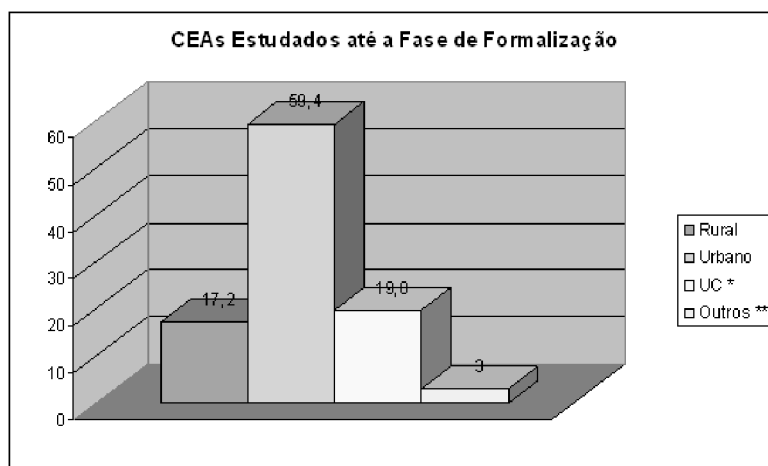


Figura 5.6 Distribuição dos CEAs no Brasil até 2003 (Silva, 2004)

A figura 5.7 demonstra os CEAs estudados até a fase de formalização em 2003 distribuídos por áreas de localização:



* Unidades de Conservação (UC)

** Áreas Industriais, Estação de Tratamento de Esgoto e CEA Móvel

Figura 5.7 CEAs Estudados no Brasil até a Fase de Formalização (adaptado de Silva, 2004)

Quase 60% dos CEAs situam-se em áreas urbanas, dentre as quais há considerável diversidade de localizações. Há CEAs situados em parques urbanos, áreas verdes, em regiões centrais de cidades, como também em iniciativas localizadas em periferias de grandes e médios centros urbanos. Houve, também, certa surpresa ao observar este dado, pois ele contradiz o cenário Espanhol de localização dos CEAs. Enquanto na Espanha observa-se um percentual elevado de CEAs tanto em áreas rurais quanto em espaços naturais protegidos e uma minoria de iniciativas situadas nas áreas urbanas, no Brasil o panorama observado é o oposto (Op. Cit., 2004).

Na figura 5.8 demonstra-se a distribuição dos tipos de setores que administram os CEAs até a fase de formalização:

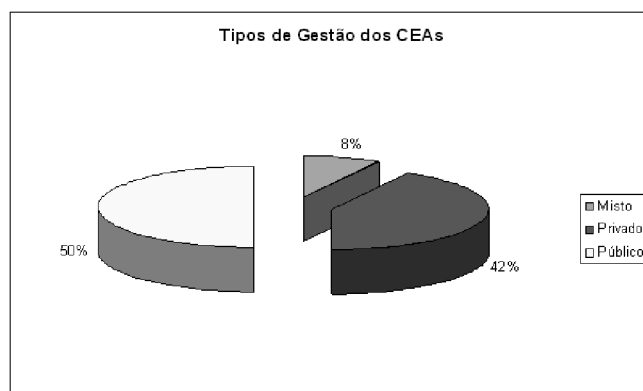


Figura 5.8 Gestão CEAs no Brasil (Silva, 2004)

Há uma leve predominância de CEAs geridos pelo setor público, representando a metade da amostra estudada, seguidos pelos CEAs de caráter privado (42%) e pelas iniciativas mistas (8%). De fato, o setor público é responsável pela promoção e pela gestão de diversos CEAs no país por meio de seus diversos setores, instituições e órgãos, como: prefeituras, órgãos estaduais e federais de meio ambiente, fundações e universidades (Silva, 2004).

A figura 5.9 aponta as origens dos recursos financeiros designados até a fase de formalização para manutenção dos CEAs:

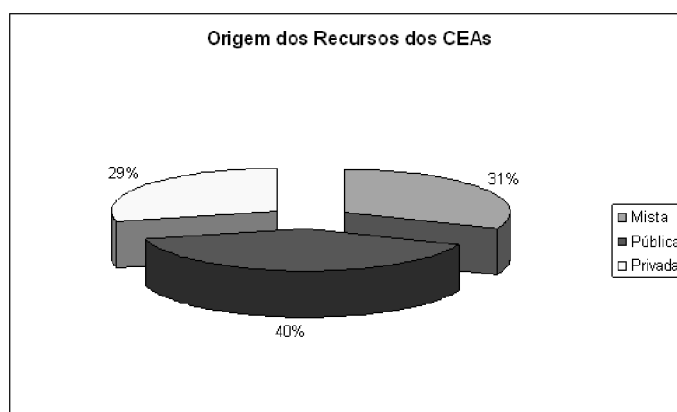


Figura 5.9 Procedência de Verbas dos CEAs (Silva, 2004)

A figura 5.9, em comparação com a figura anterior, indica que há uma redução na participação do setor público na gestão dos CEAs, quando se considera na análise o fator “verba”. Embora o setor público seja responsável pela gestão de 50% dos CEAs estudados ele aporta recursos financeiros somente para 40% desses CEAs, enquanto que se nota um considerável crescimento de iniciativas de caráter misto que, no gráfico anterior é de somente 8%, neste aumenta para 31%. Isso demonstra que muitos CEAs, embora promovidos e geridos pelos setores público e privado, captam recursos para sua manutenção em fontes de diversos setores. Um exemplo típico observado é quando uma determinada instituição pública promove um CEA, sendo a responsável pela sua gestão, mas não aporta a totalidade dos recursos financeiros necessários para a completa manutenção do CEA. Busca-se, então, estabelecer parcerias que possibilitem a entrada de recursos para a manutenção do CEA. Trata-se de uma situação bastante comum e que tende a crescer de duas formas. Uma relativa ao percentual de CEAs que adotam essa estratégia e a outra se refere àqueles CEAs que já o adotam, buscando ampliar seu leque de parceiros não se limitando somente a um único parceiro (Silva, 2004).

A figura 5.10 enfoca as instituições promotoras dos CEAs em estudo realizado até a fase de formalização:

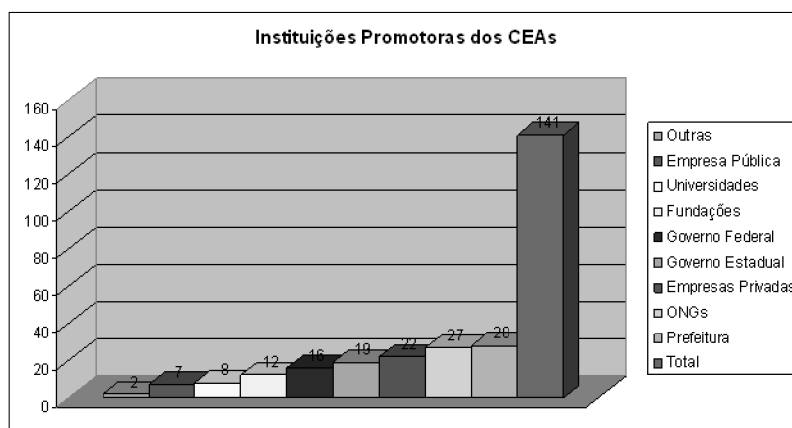


Figura 5.10 Instituições Promotoras dos CEAs (Silva, 2004)

As prefeituras são as instituições que mais promovem CEAs no país, seguidas das ONGs e Empresas Privadas. A grande maioria dos CEAs (77 CEAs) respondeu ter como instituição promotora algumas destas três instituições (ou mais de uma destas). A figura 5.10 também possibilita a visualização da diversidade de instituições responsáveis pela promoção de CEAs no país, que vão desde as prefeituras, ONGs, empresas privadas até empresas públicas, universidades e fundações, além das esferas governamentais (federal e estadual). A tabulação e análise dos dados permitiram concluir que cerca de 30% dos CEAs apresentam mais de uma instituição como promotora, o que explica o número 141 no “total” do gráfico da figura 5.10, ao invés de 101, que é o universo dos CEAs considerado neste estudo (Silva, 2004). A figura 5.11 mostra a situação das Edificações (Sedes) dos CEAs até a Fase de Formalização:

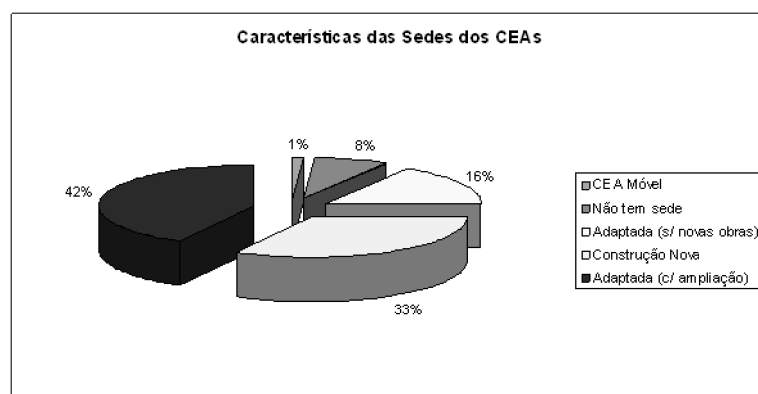


Figura 5.11 Características das Sedes dos CEAs (Silva, 2004)

A observação da figura 5.11 permite concluir que a maioria dos CEAs estudados (42%) dispõe de uma edificação-sede que foi adaptada, com necessidade de obras de ampliação, seguida de uma boa parcela de iniciativas (33%) que apresentam construções novas, especialmente construídas para se constituírem sedes de CEAs. Via de regra, os CEAs vinculados a empresas privadas encaixam-se neste caso. Há, também, um percentual menor (16%) de CEAs que afirmaram possuir sedes

que são adaptações de espaços já disponíveis sem a necessidade de obras de ampliação. Um dado, porém, chama a atenção no gráfico, que é referente aos 8% de CEAs estudados que afirmaram não dispor de edifício-sede. Nesses casos, verifica-se que estas iniciativas utilizam espaços e estruturas de outras instituições para apoiar no desenvolvimento de suas atividades (Op. Cit., 2004).

Os espaços mais citados pelos CEAs levantados são: escritórios (77 afirmam possuí-lo), biblioteca (66), sala de reuniões (61), cozinha (55), trilha (49), sala de exposição (39) e anfiteatro (36). Verifica-se, também, que há uma presença acentuada de espaços marcadamente oriundos de pequenas propriedades rurais: bosques, áreas verdes, jardim botânico, zoológicos, dentre outros, como viveiros (33), mirantes (24), instalações para animais (21), museu (22), hortas (24) e quiosques (15). Há, ainda, uma minoria de CEAs que indicaram a presença de “lojas” nas suas dependências, como butiques, lojinhas de lembrança ou, até mesmo, um pequeno balcão com venda de produtos do CEA, da instituição promotora, de parceiros, etc. A figura 5.12 aponta algumas características do entorno dos CEAs levantados até a fase de formalização:

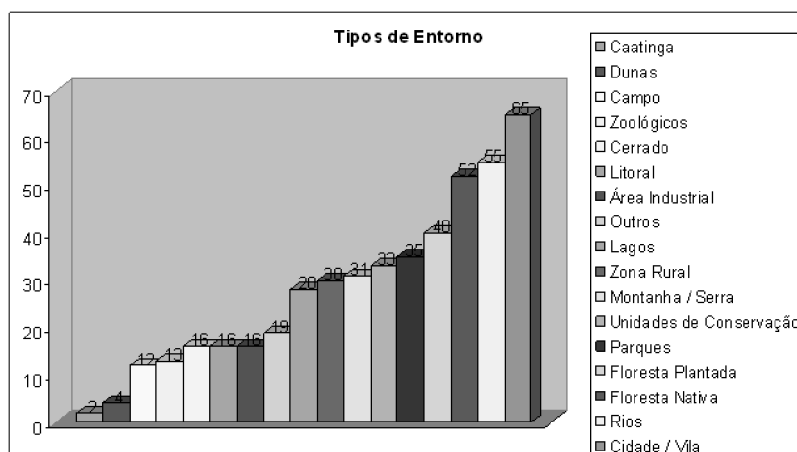


Figura 5.12 Características do Entorno dos CEAs (Silva, 2004)

Verifica-se, na figura 5.12, que a maioria dos CEAs (65) aponta como entorno “Cidades / Vilas”, o que indica que se trata de iniciativas urbanas ou periurbanas, ou seja, localizadas em cidades ou no seu entorno próximo, como áreas rurais vizinhas a áreas urbanas. Mais da metade dos CEAs afirma localizar-se em áreas com rios, córregos, riachos (55), e florestas nativas (52). Em pouco menos da metade dos CEAs verificou-se a presença de florestas plantadas (40), parques (35), Unidade de Conservação (33) e montanhas e serras (31). Em uma minoria dos casos constatou-se que se trata de iniciativas localizadas na zona litorânea (16), na região do cerrado (16), em zoológico (13), próximas a dunas (4) e no bioma caatinga (2). Cabe aqui explicitar que o conceito “entorno” considera tanto áreas localizadas próximas dos CEAs (vizinhança) como aquelas situadas dentro do próprio CEA (Silva, 2004).

A figura 5.13 demonstra alguns recursos utilizados pelos CEAs na ocasião da realização do estudo:

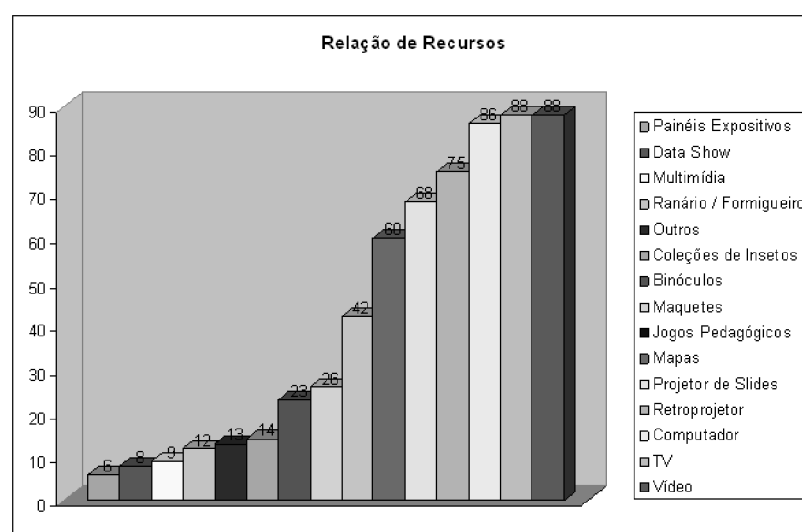


Figura 5.13 Recursos disponíveis nos CEAs (Silva, 2004)

Dos recursos explicitados observa-se uma predominância da TV e vídeo-cassete (em 88 CEAs), Computador (86),

retroprojektor (75) e projetor de slides (60). Com menor frequência verifica-se a disponibilidade de jogos pedagógicos (42), seguidos de maquetes (26), binóculos (23). Os demais, representando menos de 15% dos casos, referem-se a ranários e formigueiros (14), coleções de insetos (12), multimídia (9), data show (8) e painéis expositivos (6). Na categoria “outros” (13), encontraram-se diversas respostas como: herbários, equipamentos de análise de água, adereços de teatro, etc. A observação de dois recursos mais comuns em CEAs (TV e vídeo-cassete) permite identificar um atividade bastante trivial ofertada para públicos com os quais trabalham: exposições de vídeos, desde vinhetas, pequenos vídeos, curta metragem, até filmes, documentários, dentre outros.

Em geral, utiliza-se desta atividade como preparação para outras atividades, como por exemplo: vídeo seguido de trilha, vídeo seguido de discussão, vídeo seguido de visita orientada. A presença destacada de computadores nos CEAs é também um ponto importante, porque lhes permite diversas possibilidades, como a elaboração e a produção de materiais diversos, desde simples folhetos até *folders*, cartazes, cartilhas, como também abre uma alternativa interessante de conexão com outras pessoas e outros CEAs, por meio da Internet. Sabe-se que na amostra de 88 CEAs 87,1% dispõe de computadores e 82% de correio eletrônico (Silva, 2004).

Em uma observação mais pausada sobre a relação de recursos disponíveis em CEAs brasileiros, percebe-se que há muitas alternativas de adoção desse conjunto de recursos, dos quais os CEAs lançam mão, de acordo com a vocação de seu Projeto Político-Pedagógico, sua intencionalidade educacional, sua disponibilidade de equipe educativa, de recursos financeiros, etc.

Cabe, ainda, explicitar que o fato de um CEA não dispor de verba não indica que ele venha a contar com um leque menor de recursos para apoiar suas atividades. Nesses casos a criatividade é um fator que conta muito e que pode proporcionar um “diferencial” para o CEA, como por exemplo, o uso de fantasias confeccionadas pelo próprio CEA em determinadas atividades,

a reutilização de materiais, o estabelecimento de pequenas parcerias para viabilizar ações do CEA, dentre outros.

A figura 5.14 aponta o percentual de CEAs capaz de gerar materiais:

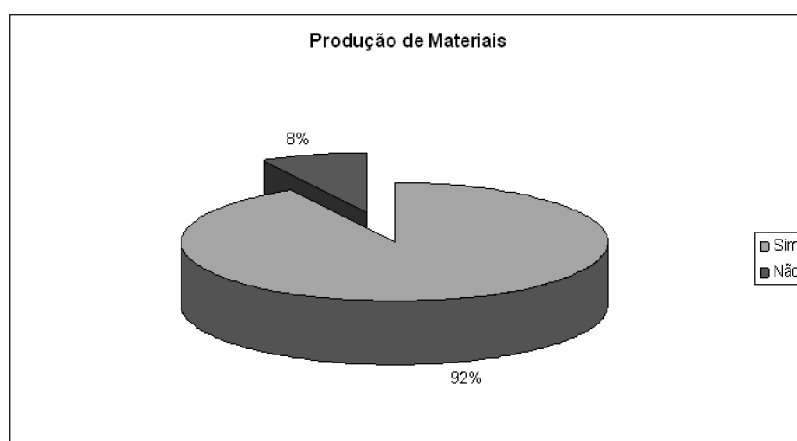
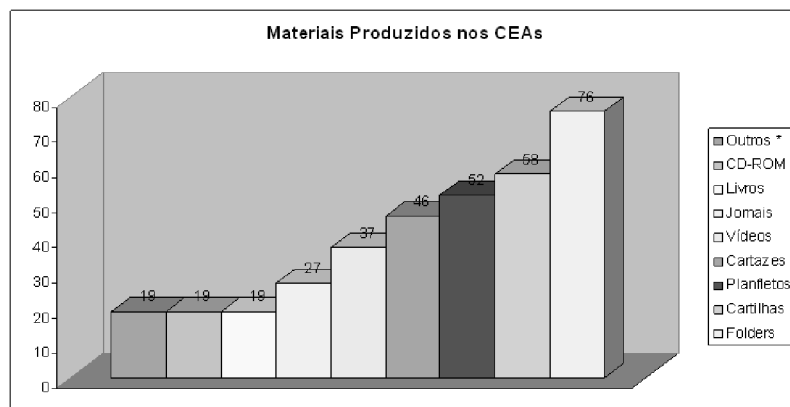


Figura 5.14 Produção de Materiais nos CEAs (Silva, 2004)

A figura 5.14 traz um dado bastante interessante: de que a maioria dos CEAs da amostra produz materiais. Considera-se, aqui, tanto a elaboração do material, envolvendo sua concepção (conteúdos, diagramações etc) quanto sua produção propriamente dita (impressão, fotocópias etc). Trata-se de um dado que surpreendeu, não somente em termos quantitativos (92% da amostra), mas também qualitativos (considerando as diversas alternativas e vocações dos materiais produzidos). A figura 5.15 demonstra os “tipos” de materiais produzidos por CEAs no Brasil, desde simples folhetos, *folders* e jornais, até livros, manuais e CD-ROM que demandam um aparato tecnológico:

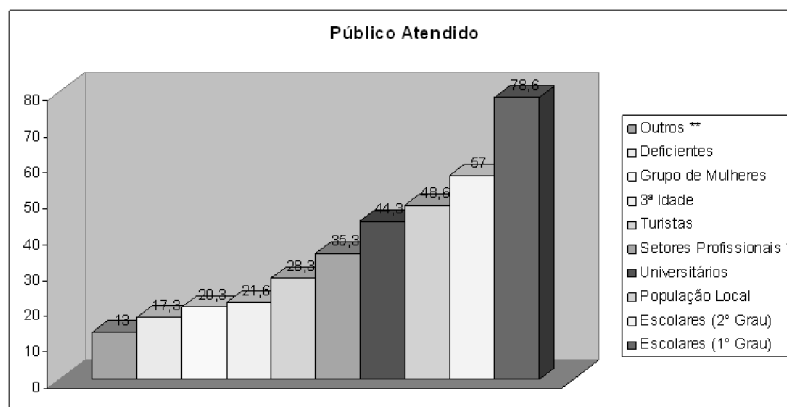


* Apostilas, almanaque, Atlas, faixa, manual, álbum seriado, revista, quebra-cabeça, monografia, brindes, camisetas

Figura 5.15 Tipos de Materiais Produzidos nos CEAs (Silva, 2004)

Verifica-se que a maioria dos CEAs é capaz de produzir *folders* (76), cartilhas (56) e panfletos (52), enquanto que pouco menos da metade indica a produção de cartazes (46) e vídeos (37). Há também, menos frequente, CEAs que produzem jornais (27), livros, CD-ROM e diversos outros materiais (19) conforme foi indicado no gráfico. Percebe-se que há produção de diversos tipos de materiais com vocação pedagógica, que se constituem em suportes nos processos educacionais voltados à questão ambiental deflagrados pelos CEAs.

A figura 5.16 indica a categoria de públicos que é atendido pelo CEA na análise da amostragem:



* técnicos ambientais, professores, pesquisadores, agrônomos

** empresários, ONGs, extrativistas, pescadores

Figura 5.16 Tipos de Públicos atendidos pelos CEAs (Silva, 2004)

A grande maioria dos CEAs em questão atua diretamente com o segmento escolar, com especial destaque para os Ensinos Fundamental e Médio. Também aparece o seguimento da “População Local” (48,6%), Estudantes Universitários (44,3%), e Setores Profissionais (35,3%) de áreas ligadas à temática ambiental e/ou educacional (técnicos de órgãos de gestão ambiental, agrônomos, professores e pesquisadores). Em menor frequência aparece o segmento de “turistas” (23,3%), “Terceira Idade” (21,6%), “Grupo de Mulheres / Donas de Casa” (20,3%), “Deficientes” (17,3%) e “Outros” (13%), correspondendo a empresários, ONGs, extrativistas e pescadores. Nota-se, ainda, que os CEAs concentram sua ação junto ao segmento da educação formal (escola e universidade), mas também com a presença de segmentos da sociedade (não formal). De fato, verifica-se uma leve tendência ao aumento no atendimento a públicos não ligados ao ensino formal, como setores comunitários (mulheres, melhor idade, turistas, pescadores, agricultores, etc). Tem-se insistido que os CEAs devem buscar atuar junto a públicos diversificados, com especial

atenção para a não especialização no resultado formal do ensino (Op. Cit., 2004).

A figura 5.17 apresenta as estratégias e as formas de interação dos CEAs com as pessoas:

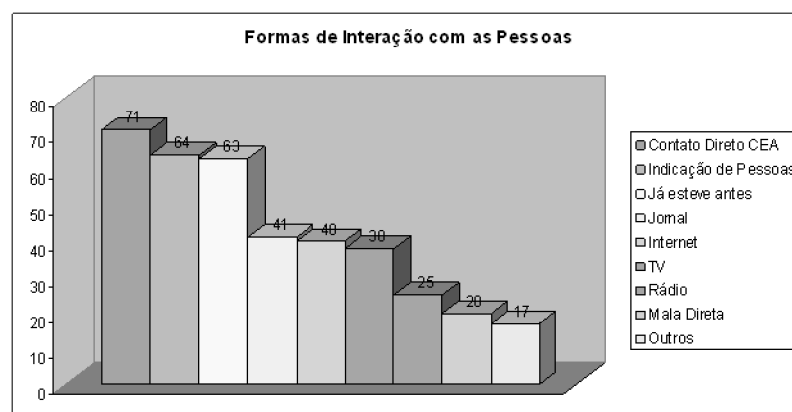
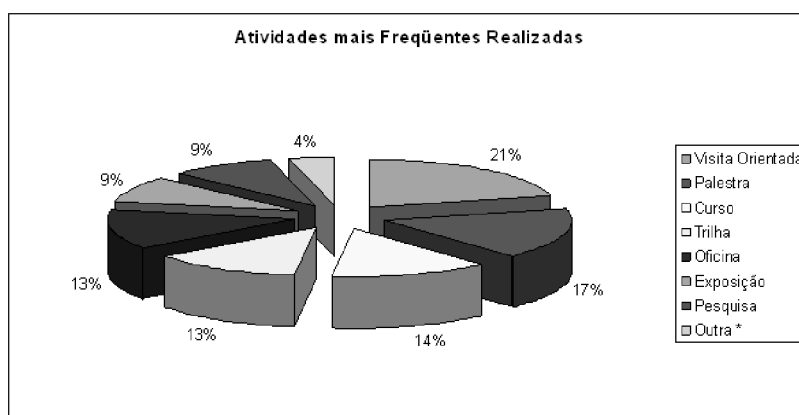


Figura 5.17 Estratégias de divulgação dos CEAs (Silva, 2004)

A figura 5.17 indica que a maioria dos CEAs dispõe de três estratégias para estabelecer comunicação e interação com os segmentos com os quais pretende trabalhar: a) por meio de contato direto com o público (71 CEAs); b) através da indicação de pessoas (64 CEAs); e c) retorno desses públicos ao CEA, uma vez que eles já participaram de suas atividades (63 CEAs). Nota-se, também, um considerável número de CEAs que afirmam a adoção de outros meios de comunicação para divulgar suas ações para a sociedade, como jornal (41 CEAs), Internet (40 CEAs), TV (38) e rádio (25). No primeiro deles incluíram-se jornais municipais e até aqueles de produção própria dos CEAs. Quanto à adoção da Internet, a marca encontrada surpreendeu, sendo o uso da Internet cada vez mais comum no meio da educação ambiental no país. Também surpreendeu a marca de 38 CEAs que utilizam a TV para divulgar suas ações aos públicos com os quais pretendem trabalhar, através da participação em programas, entrevistas, matérias feitas em CEAs, em eventos com cobertura da mídia televisiva, etc. Quanto ao rádio,

percebeu-se uma correlação inversa entre a utilização do rádio e a da Internet. A explicação encontrada para a questão refere-se à realidade, onde o CEA está inserido, em geral em locais desprovidos de telefones, internet e situados na zona rural. Esses parecem ser os ingredientes recorrentes para CEAs que utilizam do rádio como uma das suas principais estratégias de comunicação e de divulgação da sua “existência” e de suas atividades (Op. Cit., 2004).

A figura 5.18 demonstra os percentuais das atividades mais oferecidas pelos CEAs presentes no estudo:



* teatro, eventos, sarau, reunião, consultoria, dinâmica de grupo, atividade lúdica

Figura 5.18 Atividades mais Frequentes realizadas pelos CEAs (Silva, 2004)

Quanto ao leque de atividades oferecidas pelos CEAs, verifica-se o predomínio das visitas orientadas (21%), palestras (17%), cursos (14%), trilhas e oficinas (13%). Entre os temas mais abordados pelos CEAs, aparecem em primeiro lugar: meio ambiente / natureza, lixo / reciclagem, água, poluição / degradação ambiental, biodiversidade e árvores. Em segundo lugar, aparecem os seguintes temas: animais silvestres, recuperação de áreas degradadas, solo / erosão, saneamento

básico e eco-turismo. Em terceiro lugar, aparecem temas menos frequentes, como: plantas medicinais, fogo, interpretação da paisagem, agricultura, patrimônio histórico-cultural, energia, consumo, artesanato e outros. Entre estes outros há a presença de temas como: desenvolvimento sustentável, educação ambiental e valores éticos. Por fim, em quarto lugar têm-se os temas poucos citados pelos CEAs: apicultura, pecuária, arquitetura bioclimática e astronomia. Os temas preferencialmente trabalhados pelos CEAs são, via de regra, focados em torno de elementos da natureza (água, animais, biodiversidade e ecoturismo), em problemas ambientais e/ou nas respectivas estratégias de enfrentamento (poluição, erosão, recuperação de áreas degradadas, lixo / reciclagem e saneamento básico). O tema arquitetura bioclimática tem potencial a ser explorado na maioria dos CEAs, porque traz elementos integrantes para os CEAs refletirem sobre seu papel demonstrativo e como instrumento pedagógico (Op. Cit., 2004).

A figura 5.19 trata dos CEAs e o Projeto Político Pedagógico até a fase de formalização:

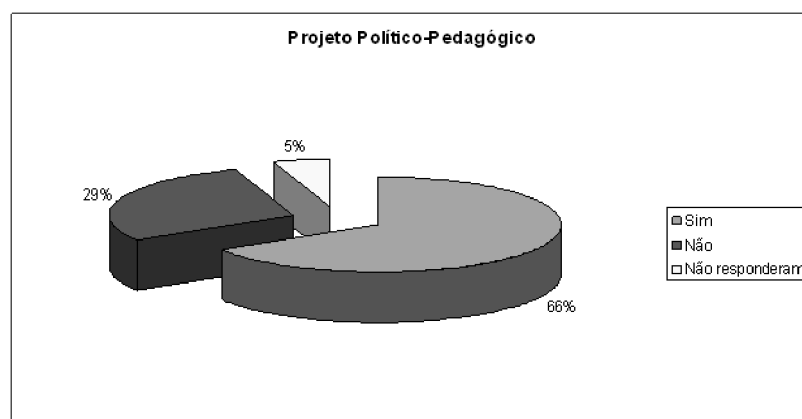


Figura 5.19 Projetos Político-Pedagógico dos CEAs (Silva, 2004)

A figura 5.19 aponta que a maioria dos CEAs em questão (66%) afirma possuir um Projeto Político Pedagógico (PPP), nas suas mais diversas denominações: programa pedagógico, projeto

pedagógico, etc, enquanto que 29% afirmam não possuí-lo. Ainda tivemos 5% dos CEAs que não responderam à questão. A figura 5.20 apresenta os motivos e dificuldades dos CEAs que alegaram não possuir o PPP:

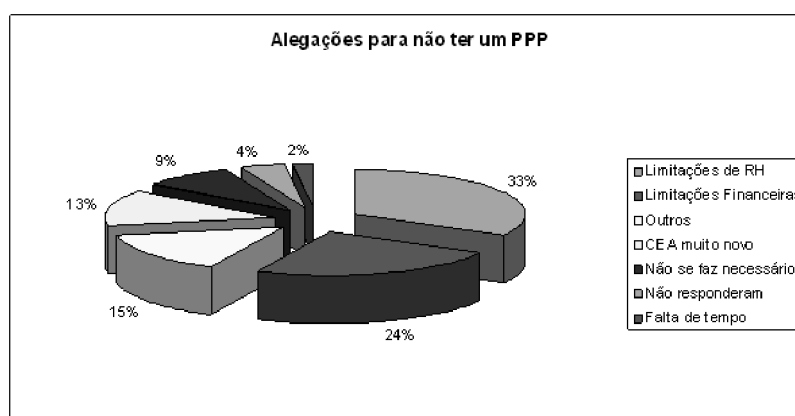


Figura 5.20 Alegações para a Não Existência de um PPP (Silva, 2004)

A figura 5.20 indicou que os dois principais fatores que inviabilizam a existência de um PPP, nos 29% dos CEAs que responderam não dispor de um são: limitação de recursos humanos (33%) e financeira (24%). Na questão de pessoal, considera-se tanto a carência em termos quantitativos e qualitativos, como por exemplo, pessoas da equipe que tenham experiência na construção de Projetos Político-Pedagógicos. O fator financeiro é também apontado como motivo que impossibilita a constituição de um PPP para o CEA. Há, ainda, a classe “outros” (15%) que engloba respostas como: “PPP existe, mas está sendo reelaborado”; “PPP precisa ser rediscutido”, dentre outras (Silva, 2004).

A figura 5.21 apresenta as formas de avaliações das atividades desenvolvidas pelos CEAs:

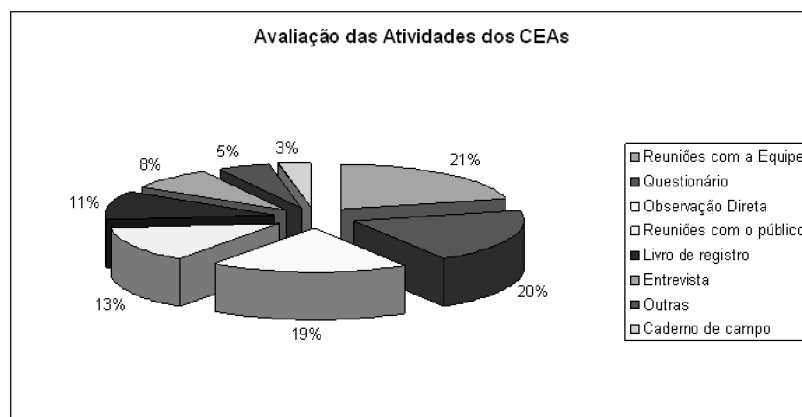


Figura 5.21 Formas de Avaliação das Atividades dos CEAs (Silva, 2004)

Percebe-se que das estratégias utilizadas, duas são implementadas pelos membros da equipe educativa do próprio CEA (reuniões com a equipe e observação direta, representando 40% dos casos), enquanto todas as demais (60%) são de responsabilidade dos públicos que frequentam os CEAs. A figura 5.22 demonstra como os próprios CEAs são avaliados:

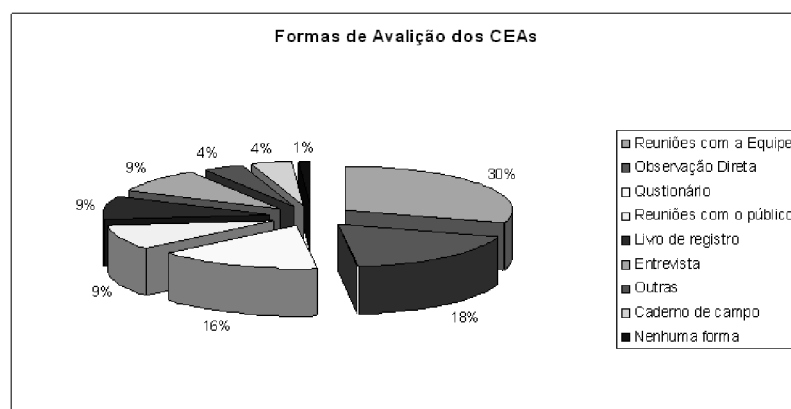


Figura 5.22 Formas de Avaliação dos CEAs (Silva, 2004)

O delineamento e a implementação de um conjunto de estratégias avaliativas tanto das atividades que os CEAs desenvolvem, como do próprio CEA (em todos os seus aspectos) constituem-se em importante dimensão a ser considerada junto aos Projetos Político-Pedagógicos de todo o Brasil. Para a definição dos agentes de avaliação é preciso que se perceba a necessidade de delinear e implementar processos avaliativos de duplo sentido: de caráter interno e externo. Ou seja, o CEA precisa, além de se autoavaliar, permitir que outros agentes o façam (Op. Cit., 2004).

Segundo a Rede CEAs (2011), na listagem da Rede Brasileira de Centros de Educação Ambiental, atualmente existem aproximadamente 205 contatos de CEAs cadastrados, sendo 204 no Brasil, somados a mais 01 localizado em Washington nos Estados Unidos da América (EUA).

5.3 A Educação Ambiental e a Sustentabilidade

A educação ambiental tem um compromisso com a sustentabilidade, e para isto, é necessário exercer liderança, criar espaços e promover ações que atinjam a área política, compreendendo isso como ação social, como exercício da cidadania, com o compromisso de contribuir em processos de emancipação e um novo olhar e transformação das realidades na direção de um futuro sustentável, equitativo, justo e diverso, com a existência de uma real participação. Entretanto, para transcender o pensar, é preciso criar um pensamento reflexivo da complexidade da sustentabilidade. A participação real e a transformação exigem uma visão democrática e de inclusão. O ambientalismo se define com princípios de equidade, sustentabilidade, diversidade, autogestão e democracia. Para isso, é necessário estabelecer novos direitos ambientais e culturais, requerendo a elaboração de rotas de ações que contribuam na criação de novas formas sociais de inclusão, com uma compreensão clara de autonomia. Trata-se da construção de uma

democracia direta que se veja sustentada pela participação coletiva contendo assuntos de interesses comunitários, sociais, ambientais e culturais (Leff 2002b apud Tréllez Solís 2006).

A educação ambiental deve estimular o pensamento crítico, os saberes, a compreensão do paradigma da complexidade, mas também resultar em ações participativas, de maneira que as possibilidades reais de contribuição da sociedade e sua presença definitiva na tomada de decisões, bem como na criação de cenários de transformação e sustentabilidade, ocorram de modo crescente em países, regiões e localidades (Tréllez Solís, 2006).

Durante anos, diversas facetas de uma suposta educação ambiental têm excluído a participação real, em função de um enfoque conservacionista excludente, ou através de critérios paternalistas de ensinamentos de estilos de gestão ambiental, entendendo a participação com uma assistência a oficinas de aprendizagem, ou como a vinculação de pessoas e grupos a projetos de conservação concebidos e financiados com as mais diversas realidades. Algumas participações também são entendidas como a assistência a duvidosas sessões de auditoria ambiental para justificar os planos de manejo ambiental de empresas ou corporações, reuniões nas quais apenas alguns poucos podem contradizer ou conceder de maneira convincente a argumentação técnica contratada por grupos empresariais (Op. Cit., 2006).

Ainda segundo Tréllez Solís (2006), a participação aparece na convenção na Declaração do Rio, adotada por governos participantes da cúpula das Nações Unidas em prol do meio ambiente e do desenvolvimento, ocorrida na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, em junho de 1992, que afirma em seu Princípio 10: *“O melhor modo de tratar as questões ambientais é com a participação de todos os cidadãos interessados no nível adequado. No plano nacional toda pessoa deverá ter acesso adequado à informação que disponham as autoridades públicas sobre o meio ambiente, incluindo as informações sobre*

os materiais e as atividades que ocasionem perigos às suas comunidades, assim como a oportunidade de participar dos processos de adoção de decisões. Os Estados deverão facilitar e fomentar a sensibilização e participação da população colocando a informação à disposição de todos. Deverá proporcionar o acesso efetivo aos procedimentos judiciais e administrativos, entre estes o ressarcimento a danos e aos recursos pertinentes”.

Existem aspectos que vale a pena destacar deste Princípio, não fica claro o nível que corresponde aos cidadãos interessados para sua participação. Essa notável ambiguidade recorda sem dúvida a ambiguidade da definição de desenvolvimento sustentável realizada pela comissão de *Brundlandt*, cuja especial redação parece ter sido estudada a fim de não afetar os interesses de ninguém. Por isso existe uma curiosa aprovação de certos setores agressores do meio ambiente, alinhados com esta expressão que não diz muito e que só afirma que sustentabilidade é aquilo que se pode apoiar hoje e para as futuras gerações. Mas, diante de tamanha simplicidade, pode-se contestar com outra similar: sabe-se por experiência própria que a pobreza é um dos fenômenos que se tem sustentado no decorrer do tempo. Não seria essa sustentabilidade a que aspiram alguns? Qual o nível de participação correspondente dos cidadãos e cidadãs interessados? E os não interessados, acaso não existe como motivá-los a participar? Estes parecem ser excluídos do plano. O Princípio enfatiza primordialmente a informação, assumindo talvez que a informação supostamente seja imparcial, mas o manejo dos dados tem enfoques inquestionáveis de quem os está proporcionando... O Princípio, por outro lado, estabelece o requerimento de que os Estados facilitem e fomentem a sensibilização e a participação através da informação, sem ensinar outros mecanismos participativos que deveriam dar sustento real a esta ideia (Op. Cit., 2006).

A cidadania ambiental tem que ser concebida e implementada com conceitos criativos, abordagens de participação e de democracia verdadeira. O conceito de cidadania leva a uma questão fundamental: a construção de uma sociedade de

verdadeiros seres pensantes e solidários em nosso planeta. Esse conjunto de seres humanos terá que considerar e agir como pessoas que podem e devem tomar parte ativa no processo do seu próprio desenvolvimento como indivíduos criativos, como membros de uma comunidade, grupo étnico, nação, e, além disso, como seres humanos responsáveis ligados às áreas geográficas, históricas e culturais, como indivíduos ou grupos que vivem diferentes realidades sociais e ecossistemas, aspirando a ter uma vida melhor. O vínculo da educação ambiental com o desenvolvimento político, basicamente, refere-se ao compromisso de uma parceria com a capacidade de desempenho envolvendo grupos em conexão direta com a formação de cidadãos ambientalmente conscientes de sua ligação vital com a natureza e com outros seres humanos, capazes de participação na concepção e construção de um futuro sustentável. A cidadania ambiental deve ter como primeira atuação a localidade, onde as atividades e o trabalho para o futuro das pessoas e da comunidade estão mais próximos. Mas não poderá parar por aí, porque a comunidade está inserida em uma região de um país e um planeta onde tudo está inter-relacionado de maneira dinâmica. (Trélléz Solís, 2006).

A cidadania ambiental deve conduzir os seres humanos a serem coerentes com as situações ambientais que ocorrem em todo o mundo. Os outros países ou grupos estrangeiros necessitam participar nas decisões relativas à gestão dos recursos naturais de qualquer localidade, como ocorreu na célebre polêmica, felizmente resolvida, sobre a Amazônia ser tratada como um patrimônio mundial da humanidade, uma condição que, supostamente, permitiria a intervenção na sua gestão. A ecocidadania deve dar ênfase na condição de cidadãos planetários, entretanto, não pode se tornar uma arma de intervencionismo descabida. Mas precisa ser reforçada e se tornar um instrumento de apoio mútuo, sempre que possível compartilhando experiências e propostas de ação que se traduzam em níveis de integração e cooperação, especialmente entre os países latino-americanos (Trélléz Solís, 2005).

A educação ambiental visando à sustentabilidade e à formação para a cidadania ambiental necessita ser especificamente relacionada com o reconhecimento e proteção dos direitos ambientais. Mas também, em grande parte, com o cumprimento dos deveres ambientais que não consiste somente em seguir as normas estabelecidas e sim criar uma ligação direta com a visão de sustentabilidade e compromisso para tentar avançar no objetivo comunitário. A interação dinâmica da educação ambiental, cidadania e sustentabilidade, precisam estar ligadas à mobilização social e política. A participação não pode se limitar a fórmulas repetitivas que contam apenas com as listas de participantes em reuniões bastante interessantes. A educação ambiental precisa inovar, renovar, reconstruir a cada dia na busca constante de formas de incentivar e motivar a permitir a sustentabilidade através de seus próprios esforços, identificando as expectativas e exigências do que se deseja para abrir portas para se alcançar um amanhã melhor (Op. Cit, 2005).

Evidentemente, a educação ambiental participativa não é a solução para todas as situações ambientais e não é o único processo que pode levar à sustentabilidade política. Mas é um compromisso de vida em termos de formação e ação social em busca de um futuro melhor. E é aí que deve ocorrer a ajuda para esclarecer quais são as competências individuais, políticas e coletivas, visando a saber o que é necessário solicitar juntamente com as comunidades, não somente delegando decisões, mas construindo novas competências sociais com base nas capacidades coletivas, individuais e culturais. Deve prevalecer a determinação e forte convicção. E no decorrer dessa participação, aprender a criar as bases de independência para que essas se tornem verdadeiros eixos e guias de desenvolvimento. A participação deve fazer parte de uma revolução ordenada e dispersa, pacifista combativa, que os ambientalistas, educadores ambientais em particular, necessitam promover. Há muitos grupos e muitas pessoas que contribuem diariamente para a comunidade através de vozes e reações cotidianas, estabelecendo a ligação

com as suas propostas para trabalhar o entrelaçamento da sociedade, do homem e da natureza. Cabe ressaltar que os jovens podem compor fortes grupos para agir em prol da sustentabilidade (Tréllez Solís, 2005).

A ideia de sustentabilidade pode ajudar a projetar e desenhar uma nova visão e uma nova compreensão, urgentes e necessárias para enfrentar os grandes desafios. A mudança fundamental não é realizada em nível da tecnologia, política ou economia, mas é com base no nível das crenças humanas. São elas que determinam o mundo habitado. Sustentabilidade e o futuro são dois conceitos inseparáveis. Futuro sustentável não deve ser tomado especificamente como um objeto de conhecimento, mas como uma multiplicidade de potenciais que podem ser construídos nas realidades locais e comunidade. Precisa haver opção para definir o futuro, estratégias possíveis e desejáveis, através das rupturas necessárias para atingir a autogestão (Elizalde 2004 apud Tréllez Solís, 2006).

A educação ambiental precisa aprofundar sua visão política e estratégica sobre as relações entre grupos sociais, construindo mais pontes, entre formais e não formais. A educação ambiental tem de assumir o desafio de construir, junto com outros setores, um novo acordo entre os seres humanos, que se baseia na construção de sociedades sustentáveis, nas quais existam novas relações, novos padrões de consumo e novos meios de produção. As culturas devem estar presentes com a sua diversidade e visões de mundo. A biodiversidade, os conhecimentos científicos e conhecimentos relacionados precisam contribuir criativamente para o modo de viver, um ao outro, constituindo caleidoscópios que se aproximem de um futuro intercultural e coerente preservando da melhor forma as cores iridescentes, sabores, sons e texturas locais e regionais, com versões infinitas, qualidade de vida e perfis de pensamento criativo (Tréllez Solís, 2006).

5.4 O Saber Ambiental nas Instituições Educativas

A magnitude dos problemas ambientais no contexto nacional e regional faz da educação um meio adequado para compreendê-los, corrigi-los e, dependendo do caso, preveni-los. Sem embargo, a educação é tão somente uma de tantas formas, talvez a mais importante, mas não a única, que se compromete com o chamado “saber ambiental”.

A sustentabilidade deve estar baseada em um princípio de integridade dos valores humanos e identidades culturais, então o papel da educação; em geral, e do saber ambiental em particular, é reconstruir e projetar os vínculos indissolúveis de um mundo interconectado de processos ecológicos, culturais, tecnológicos, econômicos e sociais. O saber ambiental, portanto, deve procurar trocar a percepção do mundo baseado em um pensamento único e unidimensional, que se encontra na raiz da crise ambiental, por um pensamento da complexidade (Frutos e Solano 2005 apud Chiang e De La Cruz 2009, 2009).

De acordo com Leff (2002), as instituições educativas e principalmente as Universidades Públicas da América Latina estão enfrentando, na atualidade, políticas econômicas e educacionais que privilegiam a formação profissional e a geração de conhecimento em função de seu valor no mercado. Isso tem sido um obstáculo na incorporação do saber ambiental nas instituições educativas e, portanto, na formação de recursos humanos capazes de compreender e resolver os problemas socioambientais.

Dessa forma, pode-se dizer que as instituições educativas universitárias devem buscar novos caminhos na ciência, através dos quais se produzam conhecimentos e tecnologias que promovam a qualidade ambiental, no manejo sustentável dos recursos naturais e no bem estar da população (apud Chiang e De La Cruz 2009).

5.4.1 O Caso da Universidad Autónoma de Carmen (Unacar)

Conforme Chiang e De La Cruz (2009), no final dos anos 90 a Universidad Autónoma de Carmen realizou a implantação de suas funções e uma redefinição da escolha das diretrizes que deveria tomar no século XXI. Este documento aprovado pelo Conselho Universitário era uma tentativa oportuna em conformidade com as orientações e políticas nacionais da Educação Superior, de acordo com as prioridades do governo federal, com propostas futuras da Associação Nacional de Universidades e Instituições de Ensino Superior, com recomendações de organismos internacionais e com as tendências inovadoras que ocorrem no mundo da educação superior. Esse projeto da Unacar se propôs a formar profissionais que cultivem o compromisso com o meio ambiente, mediante suas funções de colaborar com o desenvolvimento sustentável e melhorar a qualidade de vida de sua comunidade.

Dentro do modelo da universidade que o Projeto Farol propôs considerar, a Unacar como uma instituição preocupada com as questões ambientais partindo do reconhecimento de que esta está localizada em uma área nacional de proteção da fauna e da flora. Por isso, adota a filosofia de desenvolvimento que promove e promulga o equilíbrio harmonioso entre o crescimento econômico, a preservação do meio ambiente e a busca da equidade social.

Não basta adotar uma filosofia ambientalista, mas se deve planejar e orientar todas as atividades universitárias com base no projeto inspirado efetivamente com as causas do saber ambiental. Nos eixos estratégicos sobre os quais gira a ideia de modernizar a Universidade, se formam alguns objetivos de uma linha de desenvolvimento sustentável que convém ressaltar: 1) promover a preservação do meio ambiente; 2) fortalecer a identidade cultural da universidade e da comunidade a que serve; 3) converter-se em agente promotor de serviço à comunidade

para elevar a qualidade de vida das pessoas; 4) impulsionar a educação ecológica e a preservação do meio ambiente; 5) promover o desenvolvimento econômico e social da região (Op. Cit., 2009).

5.4.2 A Contabilidade Ambiental ou Contabilidade Verde

A integração de educação ambiental, em particular, e do desenvolvimento sustentável, em geral, nos diferentes planos e programas de estudos da Faculdade de Ciências Econômica e Administrativas, se tem expressado através de um programa universitário tanto em nível básico, como profissionalizante. No caso do primeiro, devem-se distinguir os cursos de Introdução ao Desenvolvimento Sustentável e de Ética nas Empresas, enquanto que em nível profissionalizante, se tem introduzido Análise das Empresas Socialmente Responsáveis através de experiências de aprendizagem em cursos como: Interpretação da Informação Financeira, Avaliação de Projetos de Investimento e Oficina de Empreendedores. Finalmente, na fase de conclusão, se tem criado o curso de Responsabilidade Social Empresarial (Chiang e De La Cruz, 2009).

A contabilidade ambiental se pode definir como a geração, a análise e utilização da informação financeira e não financeira destinada a integrar as políticas econômicas e ambientais da empresa visando construir uma empresa sustentável. Desse modo, pode ser identificada como um conjunto de instrumentos e sistemas que permitem a empresa medir, avaliar, comunicar a sua atuação ambiental no decorrer do tempo.

A contabilidade ambiental é o processo que facilita as decisões diretamente relacionadas à atuação ambiental da empresa a partir da seleção de indicadores, no recolhimento e análise de dados, na avaliação desta informação com relação aos critérios de atuação ambiental, a comunicação, a revisão e melhora periódicas de tais procedimentos (Op. Cit., 2009).

Convém destacar que a contabilidade ambiental está

diretamente relacionada com os custos do uso ou aproveitamentos dos recursos naturais, assim também da mitigação ou recomendações dos danos ambientais ocasionados pelo desenvolvimento descontrolado (Díaz 2002 apud Chiang e De La Cruz 2009).

Nesse sentido, pode-se sustentar que na valorização do meio ambiente nem sempre pode ser possível a quantificação dos impactos que as organizações e produtos causem ao meio ambiente, ainda que os contadores possam contribuir nas organizações através da gestão das preocupações ambientais.

5.4.3 Mudanças Propostas no Programa de Licenciatura da Unacar

No programa de licenciatura de Contadoria da Unacar não somente se devem educar as pessoas para que desenvolvam ou administrem as instituições da sociedade; é preciso criar consciência, conhecimento, tecnologias e ferramentas necessárias para criar um meio ambiente sustentável. Por isso, torna-se importante uma reconstrução das matérias (disciplinas) que são distribuídas aos diferentes níveis da licenciatura, já que é necessário que envolva todas as áreas de conhecimento e todos os níveis da comunidade educativa, oferecendo respostas pertinentes aos problemas ambientais. Nesse sentido deve-se ressaltar que nos cursos de Introdução ao Desenvolvimento Sustentável e de Ética nas Empresas, devem ser repensadas com uma discussão sobre os conceitos filosóficos deste tipo de desenvolvimento, no qual, haja empenho de se falar na impossibilidade do desenvolvimento sustentável se não abordarem as dimensões sociais e econômicas que visem privilegiar o meio ambiente (Chiang e De La Cruz, 2009).

É importante frisar que é necessário que existam programas universitários que ampliem o conhecimento dos alunos sobre o desenvolvimento sustentável, mas sem dúvida é muito mais valiosa a demonstração na prática do papel da universidade na

troca de valores, condutas e atitudes dos integrantes da comunidade universitária e as comunidades de sua área de influência, promovendo a cultura da prevenção e precaução no planejamento de seu desenvolvimento, impulsionando assim condutas, atitudes e propostas operacionais destinadas a buscar o consumo sustentável (Op. Cit., 2009).

5.5 O Programa USP Recicla da Universidade de São Paulo

O “USP Recicla”, da Pedagogia à Tecnologia, é um programa permanente para assuntos relativos à Educação Ambiental e Gestão Compartilhada de Resíduos na Universidade de São Paulo. Por meio de iniciativas educativas, informativas e de gestão integrada de resíduos, busca transformar a Universidade em uma referência de consumo responsável e de destinação adequada dos resíduos.

O Programa USP Recicla foi institucionalizado em 1994, abrigado na extinta Coordenadoria de Cooperação Universitária e de Atividades Especiais – CECAE, por meio de uma Portaria do Reitor. Atualmente está vinculado à Diretoria de Inovações para Sustentabilidade da Agência USP de Inovação (Agência USP de Inovação, 2011).

A questão ambiental está na pauta da sociedade brasileira e mundial. Nesse contexto destaca-se a questão do esgotamento dos recursos naturais e o problema da destinação adequada dos resíduos sólidos. Da mesma forma que no ensino, pesquisa e extensão, a Universidade de São Paulo busca excelência na gestão do consumo de materiais e na destinação de seus resíduos. Considerando o potencial de difusão e aperfeiçoamento de ideias, conceitos e propostas, torna-se recomendável que a USP, por meio de suas diversas unidades, adote bons exemplos de práticas ambientalmente adequadas.

O público prioritário do Programa é a Comunidade USP (estudantes, professores, pesquisadores, funcionários e

visitantes). Isso envolve aproximadamente 85.000 pessoas, sendo que cerca de 15.000 pessoas se renovam a cada ano. O USP Recicla, na medida do possível, também atende o público em geral por meio de:

- Informações na página da Internet da Universidade;
- Atendimento a consultas telefônicas;
- Atendimento de consultas via correio eletrônico;
- Atendimento a visitantes;
- Realização ou colaboração em eventos abertos à sociedade em geral;
- Apoio ou promoção de projetos para escolas e instituições públicas;
- Formulação de parcerias com Prefeituras Municipais, organizações da sociedade civil e outras instituições.

O Programa está presente nos campus da USP e conta com a atuação direta de aproximadamente 700 pessoas entre docentes, funcionários e estudantes. Partindo da noção de redes sociais, o USP Recicla possui uma estrutura organizativa cuja base é as comissões instaladas nos institutos, faculdade, escola, bases avançadas, órgãos da administração e museus da Universidade (Agência USP de Inovação, 2011).

O USP Recicla tem como missão: contribuir para a construção de sociedades sustentáveis por meio de ações voltadas a minimização de resíduos, conservação do meio ambiente, melhoria da qualidade de vida e formação de pessoas comprometidas com estes ideais. Neste sentido, suas iniciativas visam:

- Propor políticas para a gestão de resíduos na USP;
- Estimular a comunidade USP a incorporar valores, atitudes e comportamentos ambientalmente adequados, em especial, a minimização na geração de resíduos;
- Colaborar para a capacitação do quadro de funcionários na incorporação de boas práticas socioambientais;

- Colaborar para o estabelecimento de políticas de conservação, recuperação, melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida na USP, no seu entorno e interfaces;
- Promover a consolidação do processo de gestão compartilhada e integrada de resíduos na USP, tornando-o exemplo de boas práticas para a sociedade;
- Apoiar e fomentar a promoção de iniciativas sócio-ambientais que articulem aspectos de pesquisa, ensino, extensão e gestão.

5.5.1 Instâncias e Organização do Programa

O Programa Permanente para assuntos relativos à Educação Ambiental e Gestão Compartilhada de Resíduos, denominado USP Recicla, baseia-se em um modelo de organização específico constituído por um conjunto de instâncias e atores. Reconhecendo e respeitando as diferenças de atribuições, interesses e capacidades, busca-se articular uma rede de envolvidos, integrando-os em metas e ações convergentes. A constituição do Programa está regulamentada pela Portaria GR nº 4.032, de 31 de outubro de 2008 (Agência USP de Inovação, 2011).

A proposta do Programa é o compartilhamento de poder e de responsabilidades entre os diretamente envolvidos, sendo composto por:

- I) Comitê Gestor;
- II) Comissões de Campi;
- III) Comissões de Unidades/Órgãos.

I) Comitê Gestor

O Comitê Gestor, instância de planejamento do Programa, define diretrizes gerais e de avaliação do Programa. Também é um importante agente de articulação entre as demais instâncias USP Recicla, tendo a seguinte composição:

- o Coordenador da Agência USP de Inovação da Universidade de São Paulo;

• os Coordenadores do Programa dos campi de Bauru, “Luiz de Queiroz”, Pirassununga, Ribeirão Preto e São Carlos, indicados pelos respectivos Conselhos Gestores, e do campus de Lorena, indicado pelo respectivo Conselho Técnico-Administrativo;

• 04 Coordenadores do Campus da Capital, dos quais 03 do campus CUASO e 01 do Quadrilátero Saúde/Direito, sendo 03 representando as unidades de ensino e pesquisa e um de órgãos da administração e museus, indicados respectivos Conselhos Gestores na Capital;

• O Diretor de Inovações para Sustentabilidade da Agência USP de Inovação.

II) Comissões de Campi

O conjunto de coordenadores de comissões de unidades / órgãos compõe a Comissão USP Recicla do Campus. Essa instância é responsável por articular as comissões de unidades / órgãos e elaborar, junto com elas, o planejamento das ações locais. As Comissões de Campi atuam como um elo entre as comissões das unidades / órgãos e as demais instâncias do Programa.

III) Comissões de Unidades / Órgãos

Em cada uma das unidades e órgãos da Universidade é estimulada a formação de uma Comissão USP Recicla. Essas comissões são responsáveis pela implementação e operação do Programa nas unidades ou órgãos considerando suas características específicas e as diretrizes definidas pelas demais instâncias USP Recicla. Tais comissões são compostas por docentes, funcionários e estudantes indicados pelo dirigente ou escolhidos pela comunidade da unidade / órgão (Agência USP de Inovação, 2011). As principais ações desenvolvidas por essas comissões são:

• Implantação de procedimentos voltados a reduzir a geração de resíduos como por exemplo: Substituição de produtos

descartáveis por materiais duráveis e a organização do armazenamento de folhas de papel para a reutilização do verso;

- Implantação e acompanhamento da coleta seletiva;
- Organização de coleta diferenciada de resíduos de escritório / informática (ex.: cartuchos de impressoras);
- Colaboração na destinação de outros resíduos (ex.: químicos, serviços de saúde, perigosos);
- Encaminhamento de lâmpadas fluorescentes para descontaminação;
- Montagem de composteira para resíduos orgânicos;
- Formulação de normas ou instruções internas sobre uso de materiais e sobre descarte de resíduos;
- Apresentação do Programa na Unidade;
- Promoção, organização ou colaboração de encontros educativos, palestras, oficinas e minicursos;
- Promoção ou colaboração em eventos das unidades ou órgãos. Exemplo: Recepção dos Calouros (estudantes ingressantes), Semana do Meio Ambiente, SIPAT, Semana da Unidade, Eventos Acadêmicos;
- Montagem e manutenção de mural informativo, formulação e/ou re-encaminhamento de mensagens para listas eletrônicas da Unidade, elaboração de boletins e/ou periódicos de divulgação, etc. (Agência USP de Inovação, 2011).

5.5.2 Parcerias com Transferências de Metodologia e Formação

O Programa USP Recicla mantém várias parcerias com Instituições de Ensino, Instituições Públicas ou Privadas, entre as quais podem-se citar algumas:

- Projeto Bacias Irmãs: construindo capacidade na sociedade civil para a gestão de bacias hidrográficas no Brasil;
- Projeto EA e gestão de resíduos em universidade na Universidade Técnica Federal do Paraná – em único de tramitação junto a Agência;

- Projeto de Fortalecimento de Consolidação de Cooperação entre USP Recicla e Oficina EcoCampus, Madrid;
- Coletivo Educador em Ribeirão Preto – convênio com o Ministério do Meio Ambiente;
- Secretaria Municipal de Educação de Suzano – Política Municipal de Educação Ambiental.

Além de questões que envolvem a dinâmica da Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade, a nova visão e compreensão que se fazem necessárias, o saber ambiental e a magnitude dos problemas ambientais, é importante enfatizar que este capítulo demonstrou a importância do conhecimento e a demonstração prática por parte das universidades na possibilidade de troca de valores em prol da Educação Ambiental.

Cabe salientar que o capítulo seguinte é vital em relação à demonstração de resultados analisados contendo algumas práticas e estudos envolvendo Educação Ambiental na Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo tem por objetivo definido em sua metodologia demonstrar algumas análises e ações desenvolvidas na Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL USP) que podem gerar benefícios ao meio ambiente. De modo geral, este capítulo versará sobre as ações a favor do meio ambiente da EEL USP observando os seguintes aspectos: I) redução de consumo de energia em uma unidade laboratorial; II) ações educativas do Programa USP Lorena Recicla; III) redução da poluição através da Estação de Tratamento de Efluentes; IV) monitoramento ambiental da Serra da Mantiqueira; V) análise da grade curricular da referida instituição de ensino.

6.1 Conservação de Energia na Microcervejaria EEL USP

O capítulo 4 desta tese foi elaborado com o propósito de elucidar análises que foram realizadas na planta de bebidas da Escola de Engenharia de Lorena comparando os processos de altas densidades com o convencional.

A figura 6.1 apresenta o local do estudo em escala laboratorial:



Figura 6.1 Planta da Microcervejaria da EEL USP

Algumas formulações para cálculos nos respectivos equipamentos descritos foram utilizadas (Vide: Anexo A).

As etapas do processo cervejeiro abrangem:

- I) Moagem / Fervura da Água (Processo Inicial)
- II) Mosturação / Filtração
- III) Cozimento (Fervura) / Resfriamento
- IV) Fermentação
- V) Maturação / Armazenamento

O consumo de energia em determinadas etapas do processo cervejeiro foi observado no presente estudo. Entre estes: a Mosturação e Filtração, o Cozimento e Resfriamento e a Fermentação. As etapas da Moagem / Fervura da água utilizada no processo inicial, bem como a maturação não foram observadas, pois tais etapas não possuem diferenciação quanto ao tempo de utilização da planta no caso analisado, ou seja, os tempos para essas etapas são idênticos tanto para o processo tradicional quanto no processo de altas concentrações.

A quantidade de malte de cevada e a água fervida são idênticas durante o processo inicial. A diluição da água no final do processo do processo de altas concentrações não exige fervura. A tabela 6.1 abaixo apresenta os dados mensurados e coletados em cada instrumento:

Tabela 6.1 Descrição dos Instrumentos e Amperagem

Descrição do instrumento	Etapas	Corrente	Fases
Resistência da tina de mosturação	Mosturação	28 A	Trifásica
Agitador da tina de mosturação	Mosturação/Filtração	0,5 A	Bifásica
Resistência da caldeira de fervura	Cozimento	28 A	Trifásica
Bomba da caldeira de fervura	Cozimento/Resfriamento	2,5 A	Bifásica
Válvula Solenoide	Fermentação	0,5 A	Bifásica

Observa-se que a corrente medida nos instrumentos é parecida em alguns casos, possuindo similaridade entre as resistências da Tina de Mosturação e da Caldeira de Fervura, bem como o Agitador da Tina de Mosturação com a Válvula Solenoide.

A fermentação do experimento utilizando o processo cervejeiro convencional acionou em alguns intervalos de tempo o solenoide (*indutor constituído por um conjunto de espiras circulares paralelas e muito próximas*), conforme registra a tabela 6.2:

Tabela 6.2 Tempos da Fermentação no Experimento Convencional (11,6° P)

1° dia	Horário	2° dia	Horário	3° dia	Horário	4° dia	Horário	5° dia	Horário
2'	10 h	2:30"	8:12h	2:10	9:24h	2'	9:22h	2:10"	10h
2'	12 h	2:10"	9:54h	2:35"	12h	2:15"	11:30h	1:55"	12:15h
2'	13 h	2'	11:20h	1:45"	17:41h	2:35"	16:18h	2:15"	13:41h
-	-	2:35"	15:25h	-	-	2:42"	17:34h	-	-
-	-	2:35"	18:20h	-	-	2:18"	19:00h	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total parcial		-		-		-		-	
6'		11:40"		6:30"		11:50"		6:20"	

Totalizando os tempos parciais acima, chegamos ao total 42,20 minutos no processo de fermentação no experimento convencional em cinco dias de observação. O período de observação da abertura automática da válvula solenoide durante a fermentação foi das 8h até às 19h no decorrer dos dias.

A tabela 6.3 demonstra os tempos decorridos no experimento convencional:

Tabela 6.3 Tempos do Experimento Convencional (11,6° P)

Descrição do instrumento	Tempo
Resistência da tina de mosturação	46,33 min.
Agitador da tina de mosturação	210 min.
Resistência da caldeira de fervura	80 min.
Bomba de fervura	204 min
Válvula Solenoide	42,20 min.
Total:	582,53 min

A medição do tempo do experimento convencional (ou tradicional) foi observada para levantar as diferenças de consumo nas etapas do processo cervejeiro.

6.1.1 Tempos Obtidos nos Experimentos

Na fermentação do experimento utilizando o processo cervejeiro de altas densidades, o solenoide foi acionado em alguns intervalos de tempo, conforme registra a tabela 6.4:

Tabela 6.4 Tempos da Fermentação no Experimento de Altas Densidades (18,8° P)

1° dia	Horário	2° dia	Horário	3° dia	Horário	4° dia	Horário	5° dia	Horário	6° dia	Horário
2°:15"	9:14h	1°:25"	11h	1°:55"	10:32h	2°	15:25h	1°:50"	10:20h	1°:55"	12:30h
2°:20"	11:24h	1°:53"	15:10h	2°:15"	14:12h						
2°:10"	13:10h	2°:50"	17:47h								
2°:10"	16:10h										
2°:10"	17:40h										
Total parcial		–		–		–		–		–	
11°:05		6°:08		4°:10		2°		1°:50		1,55	

Totalizando os tempos parciais acima, obteve-se o total de 27,08 minutos no processo de fermentação do experimento de altas densidades em seis dias de observação. É importante ressaltar que embora a fermentação do processo de altas densidades tenha sido maior em dias, a mesma não foi maior em tempo de consumo de energia. Em ambos os casos, a periodicidade de observação de abertura do solenoide foi o mesmo (das 8h até às 19h).

Caso os experimentos tivessem sido realizados em estações climáticas diferentes, poderia haver uma diferença mais notável ainda, pois o solenoide seria acionado automaticamente mais vezes no verão para fazer a refrigeração. Entretanto, ambos os experimentos foram realizados no mês de julho com temperatura ambiente em torno de 21° C. No quarto dia, quinto dia e sexto dia, o solenoide foi acionado apenas uma vez no período observado. Isso fez levantar a hipótese de congelamento da água do reservatório. Entretanto, esta possibilidade foi investigada no reservatório que contém etanol comercial 96 GL e água e nenhum congelamento ocorreu.

No momento em que o solenoide é acionado, o etanol e a água escoam através de uma serpentina para realizar a

refrigeração no tanque onde ocorre a fermentação. Entretanto, considerando que a corrente da válvula solenoide é de apenas 0,5 A, conclui-se que na fermentação existe um baixo consumo de energia no processo cervejeiro.

A tabela 6.5 demonstra os tempos do experimento conduzido de Altas Densidades:

Tabela 6.5 Tempos do Experimento com Altas Densidades (18,8° P)

Descrição do instrumento	Tempo
Resistência da tina de mosturação	46 min.
Agitador da tina de mosturação	210 min.
Resistência da caldeira de fervura	74 min.
Bomba de fervura	215 min.
Válvula solenóide	27,08 min.
Total:	572,08 min.

O tempo total do experimento convencional foi de 582,53 minutos e do processo de altas densidades (ou altas concentrações) foi de 572,08 minutos, não havendo grandes diferenças de tempo entre os processos comparados. O tempo do agitador da tina de mosturação coincide em ambos os processos.

6.1.2 Consumo de Energia dos Experimentos

A tabela 6.6 demonstra em kWh o consumo discriminado em cada etapa do processo analisado no processo convencional:

Tabela 6.6 Consumo de Energia no Experimento Convencional (11,6° P)

Descrição do instrumento	Consumo
Resistência da tina de mosturação	8,23 kWh
Agitador da tina de mosturação	0,38 kWh
Resistência da caldeira de fervura	14,17 kWh
Bomba de fervura	1,87 kWh
Válvula solenóide	0,07 kWh
Total:	24,72 kWh

Observa-se um consumo total de 24,72 kWh. A figura 6.2 demonstra um fluxograma das etapas avaliadas considerando o processo, tempos e kWh do processo tradicional:

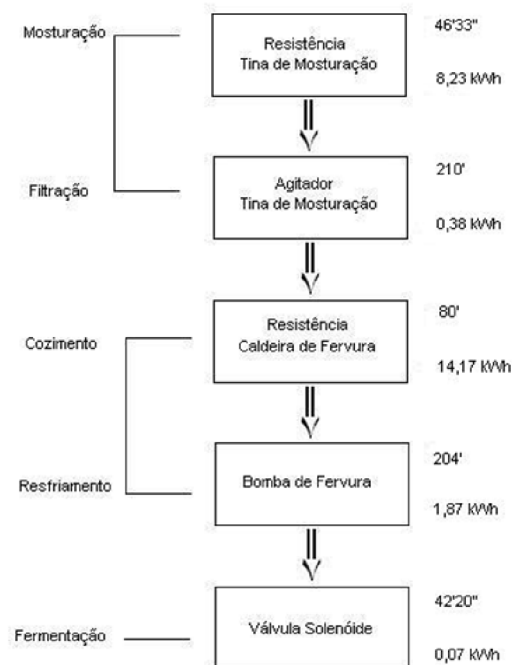


Figura 6.2 Fluxo das Etapas, Instrumentos, Tempos e Consumo do Processo Tradicional

À esquerda do fluxograma apresentado na figura 6.2 encontram-se as etapas analisadas no estudo (mosturação, filtração, cozimento, resfriamento e fermentação), ao centro os instrumentos (resistências, agitador, bomba e solenoide) e à direita os tempos e os consumos do processo tradicional (em kWh).

Tabela 6.7 Consumo de Energia no Experimento com Altas Densidades (18,8° P)

Descrição do Instrumento	Consumo
Resistência da tina de mosturação	8,10 kWh
Agitador da tina de mosturação	0,38 kWh
Resistência da caldeira de fervura	13,11 kWh
Bomba de fervura	1,96 kWh
Válvula solenoide	0,04 kWh
Total:	23,59 kWh

Observa-se um consumo total de 23,59 kWh. A figura 6.3 demonstra um fluxograma das etapas avaliadas considerando o processo, tempos e kWh do processo de altas densidades:

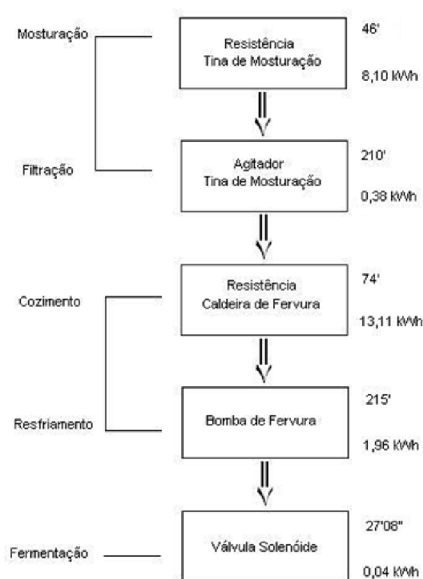


Figura 6.3 Fluxo das Etapas, Instrumentos, Tempos e Consumo do Processo de Altas Densidades

À esquerda do fluxograma apresentado na figura 6.3, encontram-se as etapas analisadas (mosturação, filtração, cozimento, resfriamento e fermentação), ao centro os instrumentos (resistências, agitador, bomba e solenoide) e à direita os tempos e os consumos do processo de altas densidades (em kWh).

O consumo total do experimento convencional foi de 24,72 kWh e do processo de altas densidades (ou altas concentrações) foi de 23,59 kWh, não havendo grandes diferenças de consumo entre os processos comparados. Devido ao mesmo tempo de uso do agitador da tina de mosturação, o consumo de energia é o único que coincide em ambos os processos.

6.1.3 Análise Gráfica dos Processos

Na figura 6.4 podem-se identificar os tempos comparativos em cada instrumento entre os processos distintos:

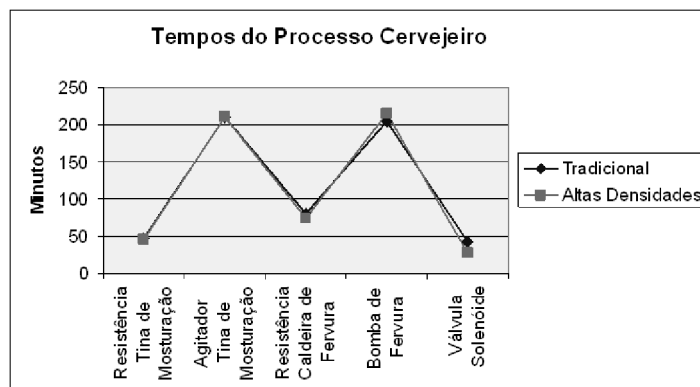


Figura 6.4 Tempos Comparativos entre os Processos Analisados (11,6° P e 18.8° P)

Percebe-se pelas linhas da figura 6.4 que os tempos dos processos comparados são quase parecidos no uso da resistência da tina de mosturação e idênticos no agitador da tina de mosturação. A partir daí começa a haver uma pequena diferença em relação ao tempo.

A figura 6.5 demonstra a diferença da produtividade em litros entre os processos analisados:

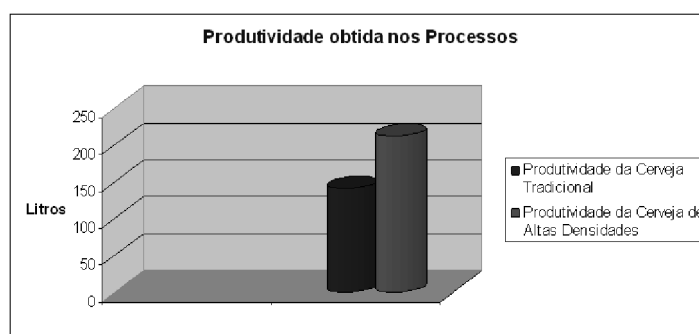


Figura 6.5 Produtividade Obtida no Processo Tradicional e Altas Densidades

Observa-se pelo gráfico acima que o processo convencional produziu 141 litros. Já o processo de altas densidades após diluição resultou em 212 litros de bebida produzida.

Na figura 6.6 identificam-se os consumos comparativos entre os processos distintos:

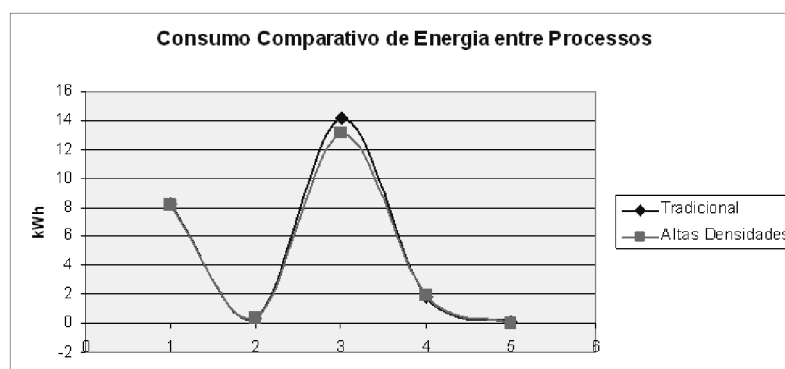


Figura 6.6 Consumo de Energia Comparativo entre os Processos Cervejeiros

Percebe-se pelas curvas acima uma singela diferença no consumo em kwh entre os processos comparados.

Na figura 6.7 apresenta-se o consumo de energia comparando os processos após a diluição da cerveja de altas densidades:

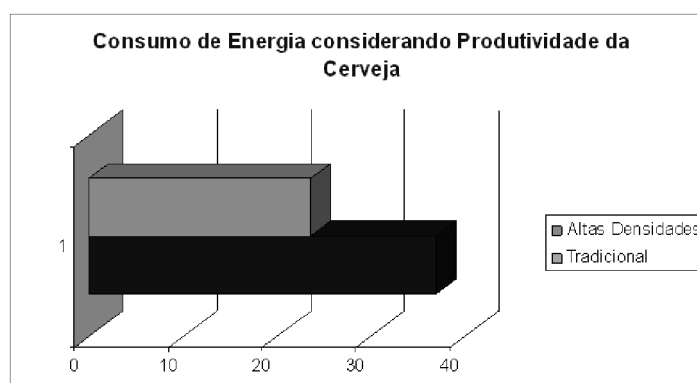


Figura 6.7 Consumo de Energia Considerando a Produção de 212 litros de cerveja

Os resultados obtidos mostraram que o incremento na concentração de extrato do mosto de 11,6 °P para 18,8 °P aumentou o tempo de fermentação em relação ao tempo. Os dois experimentos realizados renderam 160 litros de mosto nas fermentações. O volume final das cervejas ficou em torno de 130 litros, devido às perdas no filtro, na retirada de amostras e outros. Considerando o resultado de 130 litros, a cerveja convencional obteve 5,22% vv de graduação alcoólica permitindo uma menor diluição até completar 141 Litros. Já a cerveja de altas densidades obteve 7,83% vv de graduação alcoólica, permitindo uma diluição até atingir 212 litros.

Considerando o consumo de 24,72 kWh para fabricar cada litro no processo tradicional que rendeu 141 L, chegamos a 0,1753 kWh por litro de cerveja produzida. Para produzir a mesma quantidade de litros para alcançar o rendimento do processo de Altas Densidades (212 L), seria necessário gastar mais energia e tempo de uso da Planta de Bebidas. Levando em conta a produtividade a ser atingida de $212 \times 0,1753$ kWh, chegamos ao consumo de 37,16 kWh. O total do consumo no experimento de Altas Densidades (High Gravity ou altas concentrações) foi de 23,59 kWh para produzir 212 litros. Comparando o resultado estimado de 37,16 kWh para produzir os mesmos 212 Litros com o resultado de 23,59 kWh para produzir de uma só vez a mesma quantidade, obtém-se o equivalente a uma redução no consumo de energia de aproximadamente 57%.

Em complexos industriais, dependendo da capacidade produtiva de cada fabricante, a redução no consumo de similar expressividade pode fazer uma grande diferença em questões de custos, permitindo que o produto tenha um valor mais competitivo quando repassado ao consumidor.

6.1.4 A Qualidade da Cerveja Obtida

A cabine de análise sensorial da unidade de plantas de bebidas da Escola de Engenharia de Lorena tem sido utilizada após a produção de cervejas de tipos variados (cevada, arroz preto,

banana, mel e outros). A cabine segue os requisitos principais das normas, existindo uma luz vermelha para que os voluntários na análise não se influenciem com a cor da bebida.

São oferecidas três amostras contendo cervejas produzidas comparando-as com cervejas do mercado. Entre a prova das amostras existem componentes para neutralizar o sabor, no caso bolacha salgada (água e sal) e água. No presente estudo a cerveja produzida nos processos realizados ficou dentro dos padrões de qualidade quanto ao sabor e aroma, sendo que as bateladas depois de provadas foram envasilhadas e distribuídas gratuitamente para consumo.

6.1.5 Efluentes dos Processos Cervejeiros Comparados

O Laboratório de Tratamento de Efluentes e Meio Ambiente do Departamento de Biotecnologia da EEL USP vem executando um programa de pesquisa que abrange a caracterização física e química, o tratamento e a determinação da toxicidade de efluentes industriais. Em todos esses estudos, a avaliação da eficácia dos tratamentos tem sido feita através da determinação dos parâmetros ambientais.

No que se refere ao presente trabalho, temos após a filtragem, o extrato de malte aproveitado para ração animal em ambos os processos (convencional e alta densidade). Após a fermentação, o resíduo comumente conhecido como “*trub*” nesta etapa do processo cervejeiro considerado biomassa, tem sido destinado para outros estudos. Em escala industrial toneladas desse resíduo são produzidas, podendo ser utilizadas para produção de levedo de cerveja entre outros.

6.2 O Programa USP Lorena Recicla na EEL USP

Em cada uma das unidades e órgãos da Universidade de São Paulo (USP) é estimulada a formação de uma Comissão Interna do Programa USP Recicla. Estas comissões são responsáveis pela implementação e operação do Programa nas unidades ou órgãos

considerando suas características específicas e as diretrizes definidas pelas demais instâncias USP Recicla. A comissão é composta por docentes, funcionários e estudantes indicados pelo dirigente ou escolhidos pela comunidade da unidade/órgão.

A Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL USP) aderiu ao Programa USP Recicla oriundo da sede da Universidade de São Paulo (USP) localizada na cidade de São Paulo – SP (conforme citado no final do capítulo 5), criando a partir do ano de 2006 sua comissão interna para gerir o Programa denominado USP Lorena Recicla nos campi da EEL USP na cidade de Lorena - SP, visando a apontar atitudes conscientes que minimizam impactos ambientais internos ou externos para as comunidades de modo geral.

A comissão da USP Lorena Recicla tem por objetivos principais a promoção e manutenção de atividades relacionadas com o meio ambiente, como estas:

- Reuniões periódicas para programação das atividades;
- Preparação de um programa de educação ambiental na EEL USP para funcionários, alunos e docentes;
- Extensão à comunidade – Programa de educação ambiental;
- Propostas de Projetos Ambientais;
- Coleta Seletiva de lixo;
- Projetos Bolsa Trabalho;
- Cooperação no programa de sustentabilidade de outras instituições parceiras.

A Escola de Engenharia de Lorena (EEL-USP) é uma unidade da Universidade de São Paulo situada na região do Vale do Paraíba (SP), atendendo anualmente em média 1600 alunos entre estudantes distribuídos por: ensino médio no Colégio Técnico de Lorena “Prof. Nelson Pesciotta” (Cotel); Graduações de Engenharia Química, Engenharia Bioquímica, Engenharia de Materiais e Engenharia Industrial Química; Pós-graduações em nível de Especializações em Engenharia da Qualidade, Engenharia Ambiental e Matemática; Pós-graduações em nível de Mestrado em Engenharia Química e em nível de Mestrado e

Doutorado em Biotecnologia Industrial e Engenharia de Matérias. Além disto, a EEL USP conta 301 colaboradores entre docentes e técnico-administrativos para manter a sua estrutura em pleno funcionamento. Antes da criação do Programa USP Lorena Recicla, para atender um volume diário de aproximadamente 2000 pessoas incluindo visitantes e terceirizados, a EEL USP consumia um número enorme de copos plásticos. Pensando nisso, o Programa inseriu canecos em substituição a 95% dos copos plásticos utilizados para o consumo de água, café, chá e outros. A figura 6.8 apresenta o caneco adotado:

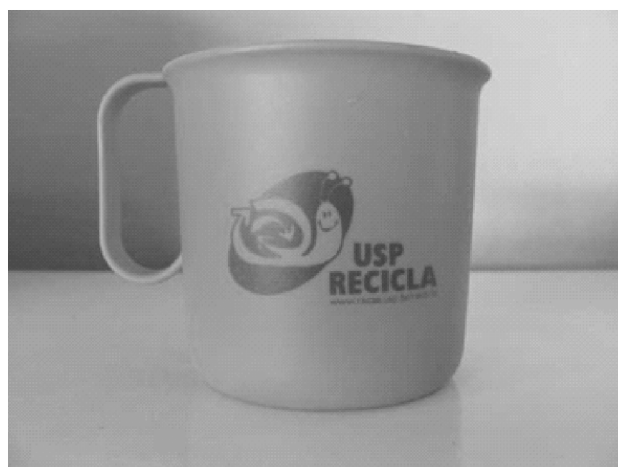


Figura 6.8 Caneco USP Recicla

A adoção do caneco foi muito positiva, pois os copos plásticos podem levar cerca de 50 anos para se decomporem no meio ambiente. Observou-se na redução brusca do uso de copos plásticos, que o custo empregado na aquisição dos mesmos, pagou os custos dos canecos USP Recicla em aproximadamente três meses. Atualmente, a grande maioria da comunidade EEL USP utiliza os canecos ao invés dos copos plásticos, minimizando grandemente os problemas que este último causa ao meio ambiente.

O caneco somente não é distribuído para alunos de pós-

graduação, colaboradores terceirizados e visitantes. O motivo é que a EEL USP considera esse universo de pessoas em transição como de curto prazo na Instituição. Realmente, no quesito visitantes, pode-se considerar que não é prática a adoção do caneco por motivo da circulação ser comumente breve na Instituição. Entretanto, as empresas terceirizadas prestadoras de serviço (limpeza e segurança patrimonial), costumam permanecer mais de um ano na Instituição. O mesmo se dá com uma parte considerável dos alunos de pós-graduação. Sugestões já foram emitidas ao presidente do Programa USP Lorena Recicla no sentido de estender o uso de canecos aos terceirizados e alunos de pós-graduação. No momento as sugestões estão em análise.

Outra iniciativa adotada pelo Programa na EEL USP visando a despertar a conscientização ambientalmente correta, é a distribuição de “Papa Pilhas” para depositar pilhas e baterias usadas, evitando que sejam jogadas no lixo comum ou lançadas no meio ambiente, fator de contaminação altamente tóxico que pode fazer mal aos seres vivos. Uma pilha comum contém ao menos três metais pesados: zinco, chumbo e manganês. As pilhas alcalinas contêm também o mercúrio. Além dos metais pesados, as pilhas e baterias possuem elementos químicos perigosos, como o cádmio, cloreto de amônia e negro de acetileno. As pilhas e baterias, quando descartadas em lixões ou aterros sanitários, liberam componentes tóxicos contaminando o solo, os cursos das águas e os lençóis freáticos, afetando consideravelmente a flora e a fauna além do homem, através da cadeia alimentar. A figura 6.9 demonstra os Papa Pilhas distribuídos nas dependências da EEL USP:



Figura 6.9 Papa Pilhas USP Recicla

Devido aos componentes tóxicos, as pilhas podem afetar inclusive a qualidade dos produtos obtidos através da compostagem de lixo orgânico. Além do mais, a queima deste material em incineradores também não consiste em uma boa prática, pois os resíduos tóxicos permanecem nas cinzas e parte deles pode volatilizar, contaminando até mesmo a atmosfera. As pilhas e baterias usadas recolhidas na EEL USP são disponibilizadas a entidades parceiras para a sua reciclagem, evitando maiores danos ao meio ambiente. Essa ação evita uma série de resultados negativos ao meio ambiente. Outra iniciativa do Programa USP Lorena Recicla é a adoção de tambores para descartes de materiais recicláveis espalhados nos campi da Instituição, conforme demonstra a figura 6.10:

Figura 6.10 Tambor USP Recicla



Nestes tambores são descartados pela comunidade os materiais recicláveis. Não há a adoção das lixeiras coloridas visando à separação distinta para os materiais recicláveis (vidro, papel, plástico e outros). Essa também é uma ideia já sugerida, mas devido à dimensão dos campi da EEL USP, ainda está em estudo de viabilidade considerando o fator custo. Entretanto, a Instituição gera uma atividade de responsabilidade social com a doação dos materiais recicláveis, bem como, os papeis recolhidos através do Cesto de Papel USP Recicla conforme ilustra a figura 6.11:

Figura 6.11 Cesto de Papel USP Recicla



Os materiais recicláveis juntamente com os papéis recolhidos nos cestos são doados para uma cooperativa de catadores de lixos do município de Lorena –SP conforme apresenta a figura 6.12:



Figura 6.12 Cooperativa de Catadores de Lixo

Instalada no bairro CECAP em Lorena-SP, a cooperativa auxiliada em sua manutenção pela Prefeitura Municipal de Lorena, recebe os materiais recicláveis da EEL USP para venda e apoio na manutenção de catadores e colaboradores que atuam na separação do lixo. Nesse local ocorre a separação do lixo conforme ilustra a figura 6.13:



Figura 6.13 Separação dos Materiais Recicláveis

Depois de separado o material é organizado, cada qual segundo a sua classificação, para ser vendido. A figura 6.14 demonstra o processo de prensagem das garrafas PETs:



Figura 6.14 Prensagem das Garrafas PETs

Garrafas PETs oriundas da EEL USP vendidas a alunos e funcionários, após esvaziadas são lançadas nos tambores de materiais recicláveis para serem doadas à cooperativa para serem vendidas para gerar renda aos catadores. Assim como latas de alumínio, papéis e outros materiais recicláveis. A figura 6.15 demonstra o enfardamento de papéis e papelões nas dependências da cooperativa:



Figura 6.15 Enfardamento de Papéis e Papelões

Cabe ressaltar que parte dos materiais recicláveis também é proveniente do recolhimento dos próprios catadores de lixo do município, que têm o material pago após sua pesagem, sejam latas de alumínio, vidro, papéis, plásticos entre outros.

A figura 6.16 demonstra a chegada de um catador de materiais recicláveis chegando às instalações da cooperativa de catadores de lixo do município de Lorena – SP:



Figura 6.16 Catador entregando com Lixo Reciclável

Algumas entidades parceiras associadas compram prontamente os materiais recicláveis, contribuindo para o processo de responsabilidade social de apoio aos catadores e separadores de lixo. No intuito de ampliar ainda mais o benefício social gerado, equipes da EEL USP composta por alunos, funcionários e professores, fazem mensalmente palestras diversas, visando à melhoria de vida aos catadores e separadores de lixo.

Cabe frisar ainda, que as ações do Programa USP Lorena Recicla não se limitam apenas às atividades já descritas (Vide: Anexo B). Dezenas de palestras são realizadas anualmente para estudantes da rede de ensino pública ou privada, seja de nível fundamental, médio ou graduação visando a transferir informações que gerem conhecimentos sobre as mais diversas questões ambientais.

Tais palestras não se limitam a estudantes, são também levadas a empresas, clubes de serviços e outras associações. Temas sobre

a água, poluição, desmatamento, reciclagem, efeito estufa, mudanças climáticas, crescimento sustentável entre outros, são abordados.

Em algumas ocasiões, a EEL USP utiliza-se de seu micro-ônibus para deslocar estudantes externos ou internos até áreas de florestas, a exemplo da Serra da Mantiqueira, para apresentação de palestras *in loco* (no local) sobre biodiversidade e necessidade da preservação dos recursos naturais.

O Programa USP Lorena Recicla também apoia outros projetos da EEL USP ou de outras Instituições regionais que envolvam meio ambiente. Faz-se presente em atividades de meio ambiente quando promovidas por outras entidades que defendam as causas ambientais, mostrando os resultados alcançados em seus trabalhos através de fotos, *banners*, pôsteres, panfletos, palestras e outros.

6.3 Estação de Tratamentos de Efluentes EEL USP

A Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) existente na EEL USP tem por objetivo a redução da poluição através do tratamento dos resíduos das atividades e esgotos sanitários antes de serem lançados no meio ambiente, no caso em questão o Rio Paraíba do Sul. O processo da Estação de Tratamento de Efluentes da EEL USP já foi apresentado neste estudo (vide final do capítulo 3).

A figura 6.17 demonstra as instalações da Estação de Tratamento de Efluentes da EEL USP:



Figura 6.17 Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)

Esgotos sanitários são uma grande fonte poluidora de grande parte dos rios no Brasil. Inclusive, no país existem muitas pessoas e crianças que sofrem com enfermidades por problemas de ausência de saneamento básico. Uma Estação de Tratamento de Efluentes, entre outros, permite inclusive o reuso da água para diversos fins (irrigação de jardins, plantio, uso nas descargas, entre outros), apresentando benefícios econômicos, sociais (saúde pública) e ambientais. Estima-se, em média, que uma ETE projetada adequadamente pode ter a sua instalação paga em aproximadamente dois anos.

O uso das ETEs infelizmente ainda não é muito presente nos municípios brasileiros. Apenas um pequeno percentual possui essa técnica de controle da poluição nas águas. E nas águas industriais isoladas, por pressão de órgãos fiscalizadores, adotam algum tipo de tratamento das águas utilizadas para o desenvolvimento de suas atividades em suas dependências. Outras não se incomodam, e, quando raramente abordadas por fiscais, preferem pagar multas ao invés de criar uma ETE.

O tratamento de esgotos permite a eliminação da poluição dos rios e cursos d'água, possibilitando que essas águas estejam isentas de contaminação que afete a vida dos seres vivos. Além disso, tal tratamento impede que a infiltração de águas poluídas contamine o solo, lençóis freáticos e outras reservas de águas puras.

A principal função de uma ETE é separar da água os resíduos. Diferenciados podem ser os graus de tratamento, desde a separação dos sólidos maiores, até uma etapa de polimento para eliminar resíduos menores, dependendo da qualidade final desejada para a água. Os processos das ETEs geralmente estão divididos em dois: I) Biológicos; II) Físico-químicos. Em processos biológicos as bactérias do próprio esgoto terão a função de degradação da carga orgânica. Já em processos físico-químicos, produtos químicos são utilizados visando a agregar as partículas maiores para que estas se separem da água através da sedimentação (processo pelo qual, substâncias minerais ou

rochosas, ou substâncias de origem orgânica, se depositam em ambiente aquoso ou aéreo).

A tecnologia atual permite inclusive a criação de ETEs com um sistema integrado que trate águas subterrâneas e das chuvas. Entretanto, a instalação de um bom projeto de uma ETE deve considerar além do investimento inicial, os custos de operação, produtos químicos, energia entre outros. No caso de lodos com produtos químicos, torna-se necessário a existência de um aterro especial para descarte. Já os lodos resultantes de processos biológicos podem ser despejados em aterros comuns.

A ETE (figura 6.17) localiza-se no campus I da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL USP), conforme figura 6.18:



Figura 6.18 Campus I da Escola de Engenharia de Lorena (EEL USP)

A referida Estação de Tratamento de Efluentes trata dos resíduos provenientes de banheiros e cozinhas da Instituição, ou seja, realiza o tratamento da parte biológica. A ETE está capacitada para realizar tratamento físico-químico dos resíduos de laboratórios. Entretanto, é necessário que seja acoplado um novo tanque em suas instalações conforme consta em seu projeto. O estudo para que essa instalação seja concretizada encontra-se pronto, no entanto, aguarda viabilidade de recursos. Pretende-se, assim que possível, concluir esta instalação e estima-se que

os resíduos do tratamento físico-químico sejam recolhidos em um aterro especial no município de Tremembé-SP (Vale do Paraíba).

O campus II da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL USP), encontra-se a cerca de 8 quilômetros das instalações do Campus I na cidade de Lorena. Vide figura 6.19:

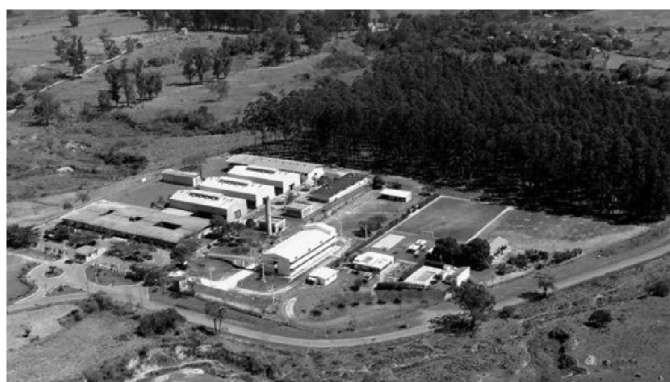


Figura 6.19 Campus II da Escola de Engenharia de Lorena (EEL USP)

Infelizmente, o Campus II de Escola de Engenharia de Lorena não dispõe de uma Estação de Tratamentos de Efluentes como a existente no Campus I. Dessa forma, os dejetos biológicos são depositados em fossas e de tempos em tempos recolhidas por uma companhia especializada neste serviço. Em relação aos resíduos físico-químicos, estes são acumulados em reservatórios e depois doados para empresas da região que propiciem alguma destinação ou reuso, a exemplos da multinacional BASF e a Indústria de Material Bélico do Brasil – IMBEL.

Certamente, a ação de tratamento de efluentes minimiza os problemas ambientais causados à natureza. Atualmente, algumas outras redes de esgotos que ainda não estavam ligadas à Estação de Tratamento de Efluentes nas dependências do Campus da EEL USP, passaram a ser interligadas para ampliação do tratamento de efluentes antes de seu despejamento no Rio Paraíba.

6.4 Monitoramento Ambiental das Montanhas da Mantiqueira

A Escola de Engenharia Lorena (EEL USP) está localizada no Vale do Paraíba, uma região cercada por montanhas da Serra do Mar e da Mantiqueira, que integram o ecossistema da Mata Atlântica. A Serra do Mar teve sua mata nativa quase que totalmente devastada pela formação de pastos improdutivos, exploração ilegal de palmitos e, atualmente, plantio de eucaliptos.

A Serra da Mantiqueira aos poucos vem sofrendo impactos que devem ser monitorados e merecem rotineira atenção. As suas montanhas constituem uma formação geológica que compreende um maciço rochoso com grande área de terras altas, entre 1 mil e quase 3 mil metros de altitude, ao longo das divisas dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. Cerca de 30% da serra está localizada no estado de São Paulo.

A mais difundida denominação de Mantiqueira origina-se de uma transcrição do tupi: “montanha que chora”, devido à grande quantidade de nascentes, cachoeiras e riachos vistos em suas encostas. Essa denominação dá uma ideia da grande importância da serra como fonte de água potável e formação de rios que abastecem um grande número de cidades do Sudeste brasileiro. Tais riachos também contribuem para o abastecimento da região norte do Grande Rio de Janeiro. Outro rio importante nesse contexto é o Paraíba do Sul, que corta uma região densamente habitada e altamente industrializada no eixo Rio-São Paulo.

A exploração do turismo na região do Vale do Paraíba tem atraído um número considerável de pessoas em busca de lugares ligados a uma exuberante natureza, incluindo as montanhas nesse roteiro. Com base nesse cenário, dois docentes da EEL USP (Lorena-SP) elaboraram um projeto, iniciado em 2007, que foi submetido à aprovação superior da USP (São Paulo - SP). Depois de aprovado, o projeto recebeu apoio de uma bolsa custeada pela Coordenadoria de Assistência Social (Coseas) da USP. Além do aluno bolsista, o projeto tornou-se um dos mais disputados

entre os discentes da EEL USP, sendo que alguns estudantes não selecionados para a bolsa tornaram-se voluntários.

Intitulado Monitoramento Ambiental das Montanhas da Serra da Mantiqueira e do Vale do Paraíba, o estudo teve como objetivo efetuar análises da água do ponto de vista bacteriano e do solo em alguns aspectos (erosões, lixo jogado por turistas e condições das trilhas). O projeto foi elaborado em consonância com a Agenda 21 (Seção II, intitulada Conservação e Gestão de Recursos, capítulo 13, Proteção aos Ecossistemas das Montanhas).

Uma análise anterior da água encontrada próxima ao Pico dos Marins, realizada pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei), havia detectado a presença de coliformes fecais, o que a tornava completamente inadequada para consumo dos frequentadores do local. Vide figura 6.20:



Nomeclatura da análise	Amostra de Água
Dureza	17,28 mg/l CaCO ₃
pH	5,63
Condutividade Elétrica	7,94 u/cm a 25°C
COLIFORMES FECALIS	PRESENÇA
COLIFORMES TOTAIS	Presença > 435,2/100ml

O resultado acima é devido ao mal uso pelos frequentadores, próximo exame em 60 dias
EVITE ACAMPAR PRÓXIMO DA ÁGUA !
DEFEQUE A + DE 50M DO CURSO DA ÁGUA

UNIFEI

Figura 6.20 Placa com Análise da Água realizada pela Unifei

Durante o período de análises realizadas pela EEL USP, foi concedida uma especial atenção à observação da preservação da mata nativa ao ecossistema estudado. Devido à grande extensão da Serra da Mantiqueira, apenas as seguintes áreas específicas foram abrangidas: conjunto de montanhas da Serra Fina, Pico dos Marins e Pico do Itaguaré. No que diz respeito ao conjunto de montanhas da Serra Fina encontrou-se lixo na trilha conforme figura 6.21:



Figura 6.21 Amostra de Lixo Plástico nas Trilhas da Serra Fina

Notou-se que nas partes mais baixas das montanhas, no acesso para o conjunto da Serra Fina, local onde alguns moradores do bairro Payolzinho utilizam a agricultura como forma de subsistência, há presença de sacos plásticos de adubos, agrotóxicos e fertilizantes jogados na trilha e na mata. Os integrantes do projeto recolheram o lixo plástico. Depois houve a realização de uma conversa visando a conscientizar os moradores dos prejuízos que estavam sendo causados ao meio ambiente, solicitando inclusive que alertassem os turistas para não incorrerem no mesmo erro.

No Pico dos Marins o maior problema encontrado estava relacionado com a questão da contaminação da água. A figura 6.22 apresenta uma foto frontal do Pico dos Marins:



Figura 6.22 Imagem do Pico dos Marins

As análises em laboratório apontaram que, nas águas coletadas na ocasião, não foi detectada a presença da bactéria *Escherichia coli*. Entretanto, nas proximidades do Pico dos Marins, torna-se necessária a conscientização de aventureiros, no sentido de que os mesmos não devem acampar próximos ao local em que a água se encontra, pois a contaminação que havia sido anteriormente encontrada poderá retornar devido ao uso inadequado. Por decisão do orientador e coordenador do projeto, uma nova placa informando que a água não estava mais contaminada não foi elaborada para fixação. O motivo se deu através da observação de que foi justamente a placa da Universidade Federal de Itajubá (figura 6.20) que afastou os turistas das águas por acharem que a mesma ainda estava contaminada. Esse afastamento evitou novas contaminações durante o tempo de análise ocorrida entre os anos de 2007 e 2008.

Ainda em consideração às observações do Pico dos Marins, percebe-se que as partes altas das montanhas ainda são as mais conservadas devido a dois fatores: I) a acessibilidade ao topo não é realizada por um número elevado de pessoas; II) as áreas mais altas possuem uma estrutura mais rochosa. Entretanto, das partes altas pôde-se observar que as partes baixas, compostas por florestas, estão sendo depredadas. A figura 6.23 ilustra parte deste desmatamento nas partes que dão acesso ao Pico dos Marins:



Figura 6.23 Desmatamento na Região do Pico dos Marins

Observa-se que na região de acesso ao Pico dos Marins o local anteriormente repleto de árvores começa a dar lugar a pastagens (muitas improdutivas). Em contato com alguns proprietários rurais da região, estes afirmam não deixar reflorestar a área de pastagem com receio de perder o valor comercial da terra no caso de venda. Inclusive, tais proprietários remuneraram trabalhadores para não deixarem que ocorra o reflorestamento natural (semeaduras através dos pássaros, ventos ou outros). Temem que se o reflorestamento ocorrer em suas propriedades, que fiscais ambientais tomarão ciência através de leituras de imagens de satélites e impedirão o novo desmatamento. Esses proprietários são mais antigos na localidade. Existem ainda alguns proprietários que extraem madeira e reflorestam. Entretanto, existem extrativistas que se aproveitam de trilhas que conduzem a acessos mais restritos, não visíveis aos que utilizam a estrada principal, para extrair ilegalmente a madeira. A figura 6.24 apresenta parte da madeira extraída já cortada em forma de lenha:



Figura 6.24 Madeira Extraída na Região do Pico dos Marins

Pode-se constatar que a madeira extraída abre clareiras no meio da mata fechada. O local de exploração só pode ser visto de observação de quem está acima, ou seja, quem sobe a montanha percebe as áreas fechadas que sofrem o desmatamento. Entretanto, chega a ocasião em que os extrativistas têm que transportar a madeira para a beira da estrada para que carretas e caminhões retirem a madeira da região.

Não é recomendável ser visto realizando fotos pelos extrativistas, pois estes temem qualquer pessoa que fiscalize as suas ações, acreditando em denúncias que afetarão os ganhos financeiros da extração ilegal. Inclusive, qualquer imagem apresenta grau de risco a quem registrou se observado pelos extrativistas, sendo que as fotos foram realizadas, em momentos que os extratores não se encontravam próximos. Devido a essa questão, em uma investigação discreta, acabou-se por descobrir que a destinação da lenha extraída em sua maioria é utilizada para a venda às padarias e pizzarias que utilizam fornos à lenha do Sul de Minas, Vale do Paraíba e até mesmo a grande São Paulo. No ano de 2009 muito se cogitou se parte da região estudada se tornaria o Parque Nacional Altos da Mantiqueira (ParNa). Entretanto, fazendeiros e empresários que exploram

madeira (principalmente eucalipto), receavam com relação às medidas de preservação que poderiam ser propostas ou definidas pelo Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio). Assim, por razões possivelmente eleitoreiras, o governo recuou nesse importante projeto de preservação dos ecossistemas serranos. Municípios de três Estados (Minas Geras, São Paulo e Rio de Janeiro) estariam na área de abrangência do Parque, que previa inclusive o fim da criação de Eucalipto e Pinus na região delimitada.

Lamentavelmente, as clareiras que começam a ser abertas no meio da mata já começam a existir entre vários pontos observados, inclusive na região de acesso do Pico dos Marins ao Pico do Itaguaré. A figura 6.25 apresenta o topo do Pico Itaguaré:



Figura 6.25 Cume do Pico do Itaguaré

Em acesso ao topo do Pico do Itaguaré, os integrantes do projeto constaram um menor impacto sofrido. Muito provavelmente, o motivo se dá pelo fato de que o Pico do Itaguaré é menos visitado que o Pico dos Marins. Cabe ressaltar que este último tornou-se mais acessado após chamar a atenção de curiosos desde algumas décadas depois do misterioso sumiço do escoteiro Marco Aurélio Bezerra Bosaja Simon, caso que se tornou um enigma de comoção regional, atingindo repercussão de amplitude nacional e até internacional.

A figura 6.26 apresenta uma imagem de águas no Pico do Itaguaré:

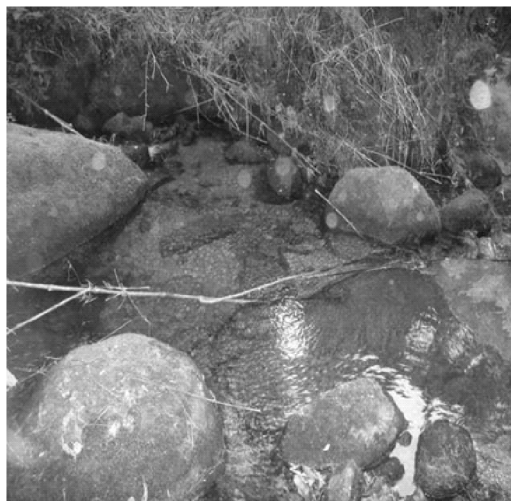


Figura 6.26 Águas do Pico do Itaguaré

Algo de bom também foi descoberto após análises das águas do Pico do Itaguaré, ou seja, sua água é limpa e pura, não existindo nenhuma anomalia ou contaminação nas análises realizadas nos laboratórios da EEL USP no decorrer do Projeto de Monitoramento Ambiental. Entretanto, a figura 6.27 registra um fato lastimável:



Figura 6.27 Queimada no Pico do Itaguaré

Registrou-se uma queimada de pequena proporção na área de acesso ao Pico do Itaguaré. Felizmente as queimadas não são prática comum nesta região da Serra da Mantiqueira. Após investigação conclui-se que a queimada foi provocada por aventureiros desatentos que acamparam na localidade e durante o repouso não perceberam que as chamas da fogueira começaram a se espalhar. Na ocasião em que perceberam, abandonaram o local. Por sorte, o local é bastante úmido e evitou que tal ato irresponsável tomasse maiores proporções. Os montanhistas experientes sabem que fogueiras devem ser evitadas e, se necessário tê-las, devem estar delimitadas (geralmente por pedras ou rochas), longe de folhas secas, palhas e equipamentos (barracas, sacos de dormir, mochilas e outros).

O apoio financeiro do COSÉAS ao aluno bolsista foi de 12 meses, encerrando em agosto de 2008. O aluno bolsista pôde ser avaliado em suas habilidades e em critérios de desempenho para sua melhor formação, atuando em levantamentos bibliográficos e aprendendo a realizar análises sob a orientação de docentes e técnicos do Departamento de Biotecnologia. O bolsista participou efetivamente do trabalho de campo, observando a conservação do solo, mensuração das temperaturas climáticas e coleta de água. Também auxiliou na elaboração de material didático com os dados adquiridos, apontando resultados, conclusões e propostas de soluções para os problemas encontrados, colaborando em palestras que estão sendo proferidas para a comunidade e interessados.

O projeto foi de extrema relevância para os colaboradores, discente-bolsista e para a Universidade como um todo, principalmente no que tange aos fatores ambientais avaliados. A EEL USP cumpriu um importante papel no que diz respeito à responsabilidade sócio-ambiental, começando a promover retorno das análises para a sociedade local e regional. Apresentações com levantamento fotográfico e dados observados estão sendo divulgadas com propostas de soluções.

O monitoramento ambiental da Serra da Mantiqueira contou com a colaboração de servidores técnico-administrativos,

discentes de outras faculdades e de escolas públicas, visando a envolver o maior número de pessoas para atuarem em defesa da “*bioconsciência*”, tornando-se células propagadoras da boa conduta ambiental. O escopo principal do projeto relacionou-se com a função educacional, dimensão social e benefícios aos envolvidos direta ou indiretamente.

Atualmente, o orientador e coordenador do projeto, independente de bolsa a aluno, prossegue realizando observações em questões ambientais que afetam a Serra da Mantiqueira. Palestras e informações sobre o projeto continuam sendo divulgadas e publicadas visando à conscientização de moradores da região.

6.5 Disciplinas da Grade Curricular da EEL USP

A Universidade de São Paulo (USP) é reconhecida nacionalmente e internacionalmente pela busca da qualidade contínua no ensino. No que se refere às classificações das universidades brasileiras, a USP continua com o seu nível de excelência, acompanhada pela Unicamp; UFMG, UFRJ, Unesp e UFRGS percorrem os mesmos caminhos na construção do conhecimento para a formação de profissionais.

Em 2010 a Universidade de Comunicações de Xangai (Jiaotong) divulgou o ranking das melhores universidades do planeta, sendo a Universidade de São Paulo (USP) a única universidade latino-americana colocada entre as primeiras 150 melhores universidades do mundo. Cabe ressaltar que o ranking da Universidade de Xangai também aponta entre as 500 melhores universidades do mundo, outras universidades brasileiras renomadas: a Universidade de Campinas (Unicamp), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Universidade Estadual Paulista (Unesp) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O ranking ibero-americano do *SCImago Institutions Ranking* (SIR) classifica a USP como a primeira colocada na produtividade em pesquisa (número de trabalhos publicados) entre os países da América Latina, mais Portugal, Espanha e Caribe. Segundo o

Webometrics Ranking Web of World Universities, a USP também é a 38ª melhor universidade do mundo em visibilidade na Internet, sendo a instituição classificada como primeira na América Latina.

É certo que é muito complexo elaborar critérios de classificações no Brasil e no mundo. Entretanto, os *rankings* costumam seguir determinados parâmetros para mensurar a qualidade em diversos setores, inclusive no ensino. Cabe frisar, que indicadores de desempenho são necessários a qualquer organização, servindo para nortear os caminhos traçados e instituir novas metas a serem alcançadas.

Também não se pode negar que o selo USP é muito aceito por outras organizações, permitindo considerável visibilidade e empregabilidade aos profissionais formados em seu âmbito. Para ingressar na USP, o candidato tem que disputar a vaga em um dos vestibulares mais concorridos do país, o que permite respeitável nível de seleção. Os docentes da Instituição, em sua grande maioria, estão sempre se atualizando em outras universidades do mundo, desenvolvendo projetos e transferindo os conhecimentos adquiridos aos discentes. No entanto, gerir uma estrutura complexa como a Universidade de São Paulo junto às suas dezenas de unidades de ensino, não é uma tarefa fácil. É necessário muito empenho, recursos (humanos e financeiros), capacidade de gestão (administrativa e educacional) e tecnologia, entre outros itens. Entre os sistemas internos de tecnologia da Universidade de São Paulo, encontra-se o Júpiter (vide figura 6.28):



Figura 6.28 Sistema Júpiter da Universidade de São Paulo (USP)

O Sistema Júpiter é um programa desenvolvido e hospedado na Internet, com uma série de informações de domínio público e algumas de acesso restrito (interno). Entre as diversas unidades de ensino presentes no sistema, encontra-se também a Escola de Engenharia de Lorena (EEL USP). A Escola de Engenharia de Lorena atua na área de ensino superior, pesquisa e extensão. No entanto, neste estudo específico da grade serão focadas as disciplinas da graduação da Escola de Engenharia de Lorena, pois considerar todas as unidades de ensino da USP resultaria em um trabalho muito mais amplo e fugiria do foco principal deste estudo que trata de questões de Educação Ambiental da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. A EEL USP possui quatro cursos de graduação, entre eles: Engenharia Química, Engenharia Bioquímica, Engenharia de Materiais e Engenharia Industrial Química.

Neste contexto, são oferecidas 122 disciplinas (Vide: Anexo C). As disciplinas são ministradas nos campi da EEL USP. A figura 6.29 apresenta a estrutura presente no Campus I da Instituição:



Figura 6.29 Salas de aulas no Campus I da EEL USP

Entre as disciplinas oferecidas, existem três disciplinas com cargas horárias dedicadas mais focadas nas questões ambientais:

I) Ciências do Meio Ambiente; II) Materiais e Meio Ambiente e III) Recursos Naturais.

A disciplina **Ciências do Meio Ambiente** tem por objetivo introduzir as Ciências do Meio Ambiente para estudantes de Engenharia Química e Engenharia Industrial Química, desenvolvendo estudos que visem a uma consciência ecológica, do meio ambiente aquático, terrestre e atmosférico, da gerência ambiental, além de exemplos de impactos ambientais.

O programa da disciplina de “Ciências do Meio Ambiente”, entre outros resumidamente aborda:

- Problemas Ambientais, suas Causas e a Sustentabilidade: Viver de forma mais sustentável; Crescimento populacional, crescimento econômico e desenvolvimento econômico; Recursos renováveis e não renováveis; Poluição; Problemas ambientais - causas e conexões.

- Ciência, Energia e Matéria: A natureza da ciência; Matéria – lei da conservação; Energia – qualidade, primeira e segunda lei da Termodinâmica.

- Ecossistemas: Populações, comunidades e ecossistemas; Componentes do ecossistema; Fluxo de energia; Ciclagem de matéria; nichos ecológicos; biomas e zonas de vida aquática; Sucessão ecológica.

- Água e Poluição: Composição e Propriedades; Importância, uso e renovação da água; Requisitos de Qualidade; Poluição – tipos, efeitos e fontes.

- Solo e Poluição: Composição e Propriedades; Necessidades e Utilização; Requisitos de Qualidade; Poluição; Resíduos sólidos e perigosos.

- Poluição e Ar: Composição e Propriedades; Requisitos de Qualidade; Poluição – tipos e origens; Mudanças climáticas.

- Gerência Ambiental: Avaliação de Impacto Ambiental; Viver de forma mais sustentável.

A disciplina **Materiais e Meio Ambiente** tem por objetivo fornecer ao discente uma visão integrada do ciclo de vida dos materiais, dando ênfase à reciclagem e reaproveitamento dos resíduos gerados nas várias atividades humanas de origem

industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e ainda da varrição pública. Apresentar as tecnologias atuais e em desenvolvimento para a reciclagem de metais, vidros, polímeros, papel, pneus, entulhos, matéria orgânica do lixo municipal e resíduos sólidos de origem industrial. Dar ênfase aos aspectos econômicos da reciclagem, principalmente quanto à possível redução de gasto de energia e geração de energia alternativa para complementar a matriz energética atual. Apresentar casos de desenvolvimento sustentável no Brasil e no mundo e investigar o impacto no meio ambiente causado pelas práticas de reaproveitamento e reciclagem de materiais.

O programa da disciplina de “Materiais e Meio Ambiente”, entre outros aborda de forma sintetizada:

- O Ciclo de Vida dos Materiais e a Reciclagem: Recursos Naturais x Matérias-primas secundárias.
- Tempo de Decomposição dos Materiais: a questão da disposição inadequada de resíduos sólidos.
- Reciclagem de Metal – Aço e Alumínio: coleta, comercialização, questão social.
- Reciclagem de Papel e Fibras Naturais: consequências da reciclagem sobre o Efeito Estufa; substituição parcial de polímeros por fibras naturais para componentes estruturais.
- Reciclagem de Vidro: história do vidro, vidros típicos, fabricação e reciclagem.
- Reciclagem de Plásticos e Pneus: a questão de saúde pública dos pneus inservíveis; tecnologias convencionais x tecnologias inovadoras (conversão em baixa temperatura).
- Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição: os entulhos e os aterros sanitários; reutilização na construção civil.
- Reciclagem de Resíduos Eletrônicos: pilhas e baterias; funcionamento e recuperação; custo da reciclagem.
- Apresentação de uma Refinaria de Petróleo: a questão dos combustíveis fósseis; substituição parcial por fontes renováveis de energia; química verde.
- Apresentação de uma Refinaria de Biomassa: conceito de aproveitamento integral de biomassa baseada em Ciência e

Engenharia de Materiais; conceito de poluição nula; geração de energia termoeletrica a partir de biomassa.

- Análise do Ciclo de Vida de um produto.

A disciplina **Recursos Naturais** tem por objetivo apresentar a evolução das condições geológicas da Terra que culminaram com os recursos naturais existentes hoje, com ênfase nas reservas de combustíveis fósseis, hídricos e de minérios e a consequente reserva de energia advinda dessas fontes naturais, com destaque para a América do Sul e do Brasil, mais especificamente. Acompanhar, através da literatura atual, a escassez dos recursos em vista do mau uso e das alternativas para o aproveitamento racional dos recursos existentes, com alternativas na área de geração de energia.

O programa da disciplina “Recursos Naturais” resumidamente aborda:

- Formação do Universo;
- Formação do Sistema Solar;
- Desenvolvimento da Terra;
- Principais Eras Geológicas;
- Petróleo;
- Carvão e Gás Natural;
- Geração de energia termoeletrica;
- Recursos Renováveis;
- Biomassa;
- Fontes alternativas de energia;
- Matérias-primas para a grande indústria química;
- Metais ferrosos;
- Metais não-ferrosos;
- Recursos hídricos;
- Bacias hídricas;
- Poluição das águas;
- Escassez e reaproveitamento das águas;
- Geração de energia elétrica.

A disciplina “Ciências do Meio Ambiente” é obrigatória para os cursos de Engenharia Industrial Química e Engenharia Química, sendo optativa para Engenharia Bioquímica e Engenharia de Materiais. Dois docentes ministram as aulas para 180 vagas abertas aos discentes no semestre.

A disciplina “Materiais e Meio Ambiente” é obrigatória para o curso de Engenharia de Materiais, sendo optativa para as demais graduações. Um docente ministra aulas para 60 vagas abertas aos discentes no semestre.

A disciplina “Recursos Naturais” é obrigatória para o curso de Engenharia de Materiais, sendo optativa para as demais Engenharias. Um docente ministra aulas para 60 vagas oferecidas.

Cabe enfatizar que as disciplinas citadas possuem considerável procura pelos discentes no semestre. Os cursos de graduação da EEL USP em sua maioria têm a duração de 5 anos. Apenas o curso de Engenharia Industrial Química possui a duração de 6 anos para atender boa parte dos estudantes que trabalham em horário comercial (das 8h às 18h) e possuem disponibilidade para frequentar a graduação no horário noturno, tendo a duração do curso estendida para que seja atendida a carga horária estipulada. As disciplinas são oferecidas semestralmente e no cumprimento de todos os requisitos pelo discente, este acumula pontos no sistema de créditos.

Apontadas as três disciplinas que abordam diretamente a temática, resta observar as demais no conjunto de disciplinas oferecidas (inclusas no Anexo C). Percebe-se que uma boa parte do elenco de matérias oferecidas pode ser associada a questões relacionadas com o meio ambiente, o que também permite promover a Educação Ambiental. O conjunto de disciplinas oferecido na EEL USP pode ser dividido por áreas, por exemplo:

- Biologia: Biologia, Microbiologia Geral e Tratamento Biológico de Efluentes - A.

• Bioquímica: Bioquímica Experimental I, Bioquímica Experimental II, Bioquímica, • Bioquímica I, Processos Bioquímicos Industriais - A e Reatores Bioquímicos.

• Energia: Cálculo de Reatores, Mecânica dos Fluidos, Termodinâmica, Termodinâmica de Máquinas, Termodinâmica de Materiais e Termodinâmica Química.

• Engenharia: Engenharia Bioquímica, Engenharia Bioquímica II, Engenharia Bioquímica II A, Introdução à Engenharia Bioquímica, Introdução à Engenharia da Qualidade, Introdução à Engenharia Química e Introdução à Engenharia de Materiais.

• Física: Física Experimental I, Física Experimental II, Física Experimental III, Física Experimental IV, Física I, Física II, Física III, Física IV, Física para Engenharia de Materiais I e Física para Engenharia de Materiais II.

• Química: Cinética Química, Controle de Processos Químicos, Físico-Química, Fundamentos de Química Orgânica, Materiais para a Indústria Química, Química Analítica I, Química Analítica II, Química Bioinorgânica, Química de Biomassa, Química Geral Experimental I, Química Geral I, Química Geral II, Química Inorgânica, Química Inorgânica Experimental, Química Inorgânica I, Química Inorgânica II, Química Orgânica Experimental, Química Orgânica I, Química Orgânica II, Processos Químicos Industriais I, Processos Químicos Industriais II, Projeto na Indústria Química e Técnicas de Análise Química.

• Mecânica: Conformação Mecânica, Mecânica e Mecânica dos Sólidos.

• Outras: Ciências Sociais, Direito Aplicado ao Trabalho, Estatística, Gestão da Produção, Gestão Tecnológica, Modelagem e Simulação Computacional de Processos, Projeto Industrial e Planejamento de Controle da Produção, Psicologia etc.

É importante referendar que algumas disciplinas citadas algumas vezes relacionam e abrangem mais de uma área, mas foram agrupadas apenas para apresentar algumas possibilidades formuladas. A tabela 6.8 apresenta dois exemplos resumidos de como as áreas podem ser relacionar com o meio ambiente:

Tabela 6.8 Exemplos de Áreas e Possíveis Relações com o Meio Ambiente

Áreas	Abordagem Sintetizada	Concepções e Propostas
Biologia	Em geral a biologia estuda os seres vivos como um todo, sem particularização animal ou vegetal; estudos das leis gerais da vida; estudo das características gerais dos seres vivos.	Cabe perfeitamente dentro deste contexto o estudo da biologia social, que nada mais é do que o conjunto de estudos em que se aplicam os conhecimentos biológicos à análise e solução de problemas de natureza social (como poluição, superpopulação etc).
Bioquímica	A bioquímica é o ramo da química que trata das reações que ocorrem em organismos vivos; química biológica, química fisiológica.	Entre outros, as aplicações tecnológicas e industriais de biomoléculas comportam desenvolvimentos e estudos da utilização de enzimas em substituição a reagentes químicos nocivos ao meio ambiente. Pode-se focar na formação de profissionais que atuem em empresas de biotecnologia verde, buscando economia, consciência ética e tecnológica da sociedade acerca da biotecnologia e bioquímica.

O exemplo apresentado na tabela 6.8 é apenas elucidativo de como as áreas de biologia e bioquímica podem se inter-relacionar com questões ambientais. No entanto, não são apenas estas áreas, e sim na maioria das áreas apresentadas existe um elo permissível de correlacionar os temas. Não existem dúvidas atualmente do forte elo entre Energia, Engenharias, Física, Química e outras junto ao meio ambiente. Em suma, questões ambientais podem ser abordadas no vasto universo de ciências ou áreas.

Conclui-se que possibilidades de inter-relacionamentos com caráter de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade são desejáveis, possíveis e recomendáveis na matriz curricular institucional. A aplicação desse mecanismo pode formar profissionais muito mais conscientes, capazes de encontrar soluções nas mais diversas áreas e ciências, criando alternativas que minimizem os impactos que organizações e seres humanos têm causado ao meio ambiente. O último capítulo é voltado para as conclusões analisadas nesta tese.

7. CONCLUSÕES

É de extrema relevância o uso racional de energia nos dias atuais. Considerando questões ambientais e aspectos de investimentos, torna-se mais do que necessário que muitos processos produtivos sejam revistos visando a maior eficiência energética.

Determinados recursos naturais possuem reservas finitas, ou seja, com prazo determinado para acabar. Mas cabe o alerta que talvez o planeta não suporte o uso até o esgotamento de algumas fontes de energia, como, por exemplo, as energias fósseis.

Torna-se evidente nos dias atuais que o aumento populacional resulta no aumento de emissão de gases que formam o efeito estufa, causando sérios problemas ao planeta. A poluição no ar, na água e no solo, desmatamento, queimadas, derretimento das geleiras, são apenas alguns dos problemas atribuídos por muitos cientistas renomados à existência humana.

A criação de novos meios de produção de energia deve ser buscada em face aos fatores críticos que afetam a natureza. Até mesmo os usos das energias renováveis possuem algumas implicações a serem levadas em consideração em alguns casos, mas é óbvio que em muitos casos oferecem melhores soluções para o crescimento sustentável.

A energia limpa deve ser uma meta perseguida por vários países. O uso das energias solar, eólica, magnética, por exemplo, já possui viabilidade econômica na aplicação de alguns casos, entretanto, por ganância e interesses não são exploradas em detrimento da utilização de energias que poluem e resultam consequentemente em maiores ganhos financeiros.

É possível haver crescimento com sustentabilidade, entretanto, muito ainda tem de ser feito nesse sentido. Não basta que ações tímidas sejam tomadas por muitas organizações que se promovem através uma espécie de *marketing verde*, grandes

campanhas publicitárias de suas ações sócio-ambientais, em que na verdade não chegam nem perto de solucionar os problemas que geram ao meio ambiente.

No entanto, organizações e países que poluem de modo desenfreado em função do crescimento econômico, acabam por esbarrar atualmente em um paradoxo. Com os problemas ambientais causados pela poluição da produção, existe uma reação natural aos danos causados ao mundo proveniente dos mecanismos de autorregulação do planeta, que atualmente estão desequilibrados e não conseguem estabelecer um bom equilíbrio climático. Isso tem gerado catástrofes que afetam a própria economia, quando áreas são devastadas, a agricultura é prejudicada e dinheiro público é necessário para a reconstrução de cidades.

Cabe lembrar que atualmente existem tecnologias para minimizar a poluição do ar, como: utilização de filtros nas chaminés das indústrias; substituição dos combustíveis automotivos por gás natural; maior arborização das cidades e manutenção das áreas verdes; substituição das queimadas para limpeza de terrenos por remoção; Substituição dos produtos e equipamentos que utilizam o Clorofluorcarbono (CFC) e outros.

Também existem meios de amenização de impactos nas águas, como: tratamento do esgoto doméstico e público; tratamento da água utilizada pelas indústrias antes de lançá-las em rios; reaproveitamento de águas pluviais, reduzindo o consumo e outros meios. Não se sabe até quando as organizações e governos conseguirão repassar os custos para ressarcir as perdas ocasionadas pelas catástrofes climáticas aos clientes e contribuintes.

Já os seres humanos também geram muito lixo. Esses resíduos acabam depositados na natureza de alguma forma, demorando anos para se decomporem. O lixo gerado no planeta precisa ser separado para que a parte reciclável tenha o seu reaproveitamento. Já a parte orgânica pode se transformar em energia. Já o lixo tóxico precisa ter tecnologias desenvolvidas visando a sua eliminação ou estocagem que gerem o menor impacto possível.

É importante frisar que existem maneiras de diminuir o impacto causado pelo lixo no solo, como: separação do lixo seco e úmido em casa; transformar o lixo orgânico em adubo; aplicar a regra dos “Rs”: reaproveitar, reduzir e reciclar; tratamento do esgoto doméstico entre outras formas. No que diz respeito à amenização dos impactos causados ao ar, água e solo, a Educação Ambiental se constitui em um veículo precioso neste processo, orientando e envolvendo a sociedade na busca de um meio ambiente melhor.

Uma questão que chama a atenção e que não pode ser desconsiderada, é que muitas pessoas no mundo, mal têm como sobreviver, não tendo nem acesso à informação para desenvolver uma consciência ambiental. Já outros indivíduos, possuem estudo e acesso a informações, mas permanecem na inércia ou querem transferir as questões que visem soluções aos problemas ambientais ao governo, empresas ou terceiros.

Entretanto, muitos governos são eleitos no mundo com apoio financeiro de organizações que poluem, e, quando assumem o poder, não irão contra quem os apoiou. Assim sendo, resta às pessoas tomarem uma atitude ambientalmente responsável, visando a minimizar que mudanças e catástrofes climáticas ocorram no mundo todo.

A mídia por sua vez atribui a denominação de Desastre Natural a uma série de eventos. Pode-se alegar, por exemplo, que erupções vulcânicas quando ocorrem são desastres naturais porque independem da ação do homem no planeta. Entretanto, a poluição ao ar causada por indústrias contribui para o efeito estufa e aquecimento do planeta, que por sua vez reage ocasionando intempéries climáticas que causam grandes desastres, ou seja, ocorrências que estão relacionadas à ação do ser humano.

A humanidade pode e deve pressionar os seus governos a estarem envolvidos em soluções para o meio ambiente. Entretanto, também pode dar a sua contribuição economizando energia, usando a água racionalmente, separando o lixo reciclável, entre outros.

Neste ponto crucial é que se instaura mais uma vez a importância da Educação Ambiental. Somente com a expansão da difusão das relevantes ações ambientalmente corretas e conscientes a serem tomadas, é que os impactos podem ser minimizados e o crescimento que geram possa ser atingido de forma sustentável. A Educação Ambiental se faz vital neste processo.

Fica evidente, porém, a complexidade que envolve o tema. Mas é um motivo para ser perseguido em busca de soluções diante do cenário ambiental que começa a ser traçado e se fazer presente em todo planeta. As escolas e universidades são, sem dúvida alguma, locais que podem e têm a obrigação de se estabelecerem como grandes propulsores desta revolução em prol do meio ambiente que se faz urgente.

Este trabalho visou inclusive a analisar alguns modelos ambientais promovidos pela Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL USP). Cabe ressaltar que na EEL USP existem outros estudos e projetos constantemente sendo desenvolvidos por pesquisadores e alunos, mas que devido a questões de propriedade intelectual, à limitação e foco destinado a este estudo, não foram aqui contemplados.

De toda forma, fica comprovado através da análise realizada em unidade laboratorial nas dependências da EEL USP, que a produtividade pode ser aumentada através de processos que resultem em menor consumo. Assim como ocorreu em escala menor, salvo as devidas proporções, também pode se dar em escala industrial. Torna-se desejável que as organizações revisem constantemente os seus processos para torná-los menos custosos não apenas ao setor financeiro, mas também menos onerosos ao meio ambiente com o uso racional da energia.

No que tange ao Programa USP Lorena Recicla e suas ações geradas para a comunidade interna e externa, trata-se de uma excelente iniciativa. É digno de nota enfatizar que o Programa deve buscar sempre a expansão, procurando desenvolver cada vez mais a Educação Ambiental em abrangência local, regional, nacional e até mundial.

Em relação à Estação de Tratamento de Efluentes trata-se de um excelente mecanismo para a instituição reduzir o impacto ao meio ambiente. O município em que se localiza a EEL USP em Lorena-SP, também possui 98% de esgoto gerado pela população coletado e tratado. Entretanto, nos arredores da região do Vale do Paraíba Paulista, onde está localizada a cidade, existem muitas empresas e municípios que não adotam tal prática de tratamento de resíduos. Cabe a EEL USP transferir a tecnologia e incentivar a formação de futuros profissionais que atuem com essa prática.

No que se diz respeito ao projeto de monitoramento ambiental das montanhas da Serra da Mantiqueira, fica transparente que é necessário observar as ações causadas pelos seres humanos em ecossistemas importantes. Trata-se de uma área que possui uma biodiversidade enorme a ser preservada, desde as árvores, fauna, flora, até as águas das quais muitos moradores da região dependem.

E para encerrar, o estudo da grade de disciplinas da EEL USP permitiu visualizar que questões que envolvem o meio ambiente nas matérias lecionadas permitem uma maior amplitude de ação. Muito provavelmente este fator tem potencial de ser expandido não somente nas diversas unidades da Universidade de São Paulo, mas em várias instituições de ensino espalhadas pelo planeta.

Em suma, pode-se concluir que os seres humanos possuem opções e alternativas de minimização dos impactos, uso racional dos recursos naturais e outros fatores que auxiliem na preservação do meio ambiente. Certamente, a busca de soluções neste âmbito, possui grande complexidade. Entretanto, existem caminhos que não devem se restringir a atitudes simplistas ou ínfimas diante da amplitude da temática e ações necessárias.

Envolver jovens, comunidades das mais diversas localidades, desenvolver o consumo moderado e equilibrado, cobrar ações governamentais, exigir atitudes socioambientais responsáveis das empresas, buscar a permanente sustentabilidade e utilizar a

Educação Ambiental como meio de apoiar a formação de seres humanos mais conscientes em suas relações com o mundo podem ser fatores determinantes para garantir a existência de uma melhor qualidade de vida às futuras gerações da humanidade.

É pertinente que o maior número de pessoas interessadas possíveis venha a se aprofundar nos assuntos que envolvem as ações da Educação Ambiental. É recomendável que as análises abordadas nos capítulos desta tese possam servir para a difusão do conhecimento e socialização em outras instituições de ensino. Não obstante, em face da necessidade urgente de um mundo voltado para o desenvolvimento sustentável, se faz desejável que novas visões e modelos de Educação Ambiental sejam criadas e disseminadas por outras Instituições Educativas.

8. REFERÊNCIAS

- ALDABÓ, R. Energia Solar, São Paulo, Editora Artilber, 2002.
- ALMEIDA E SILVA, J.B.; ALMEIDA, R.B.; LIMA, U.A.; SILVA, D.P.; ASSIS, A.N. Evaluation of Fermentation Parameters During High-Gravity Beer Production. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 18, 2001.
- ANDRADE, R., Otávio B. Gestão Ambiental – Enfoque Estratégico – Aplicação ao Desenvolvimento Sustentável. Pág. 9. 2ª Edição. São Paulo. Editora Pearson Education do Brasil Ltda, 2004.
- ANGELINO, S.A.G.F Beer. In: Volatile Compounds in Foods and Beverages. MAARSE, H. ed. New York: Marcel Dekker, Inc., 1991.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, NBR 14140; Teste de Análise de Alimentos e Bebidas: terminologia. Comitê Brasileiro de Alimentos e Bebidas, 1998.
- BAMFORTH, C. W., Brewing and brewing research: past, present and future, Journal of the Science of Food and Agriculture, v.80, 2000.
- BASSAM, N. E., Energy Plant Species, Their Use and Impact on Environment and Development, James & James (Science Publishers), 1998a.
- BASSAM, N. E., BEHL, R. K., PROCHNOW, B., Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry, Strategies Towards Achievement, Vol 1, James & James (Science Publishers), 1998b.
- BOSSEL, H., Indicators for sustainable development: theory, method, applications – a report to the Balaton Group. Canada, Technical Report, International Institute for Sustainable Development, 1999.
- BRAGA, B, HESPANHOL, I, CONEJO, J. G. L., BARROS, M. T. L., VERAS JR., M. E., PORTO, M. F. A., NUCCI, N. L.

R., JULIANO, N. M. A., EIGER, S. Introdução à Engenharia Ambiental, São Paulo Prentice Hall, 2002.

BRUYN, S.; DRUNDEN, M. Sustainability and indicators in Amazônia: conceptual framework for use in Amazônia. Amsterdam, Holanda, Technical Report, International Institute for Environmental Studies - VRIJE, 1999.

CAMPOS, L. M. S., SGADA – Sistema de gestão e avaliação de desempenho ambiental: uma proposta de implementação. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção), Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. 2001.

CARDELLO, H. M. A. B., Análise Sensorial de Aguardentes. Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages, 2. Boos of Abstracts, Araraquara, Gráfica UNESP, 1999.

CARVALHO, G. B. M, Obtenção de Cerveja usando Banana como Adjunto e Aromatizante, Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial), Lorena, Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, 2009.

CASEY, G.P.; MAGNUS, C.A.; INGLEDEW, W.M. High Gravity Brewing: Nutrient Enhanced Production of High Concentrations of Ethanol by Brewing Yeast, Biotechnology Letters, v. 5, 1983.

CASEY, G. P.; MAGNUS, C.A.; INGLEDEW, W. M. High Gravity Brewing: Effects of Nutrition on Yeast Composition, Fermentative Ability and Alcohol Production, Applied and Environment Microbiology, v. 48, 1984.

CEREDA, M. P. Cervejas. In. AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W. Alimentos e Bebidas Produzidos por Fermentação. São Paulo, Edgar Blucher, 1985.

CHIANG, A. G.; DE LA CRUZ, A. S., La Sostenibilidad en la Educación Superior. Hacia el Desarrollo de la Contabilidad Ambiental. X Congreso Nacional de Investigación Educativa – Área 3: Educación Ambiental, 2009.

D'AMORE, T.; CELOTTO, G.; STEWART, G.G. Advances in the Fermentation of High Gravity Wort, European Brewery Convention Lisbon. Proceedings, 1991.

DRAGONE, G., Estudo Cinético do Processo Fermentativo de Produção de Cervejas em Mostos Concentrados, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Química de Lorena - Faenquil, Lorena - SP, 2002.

DRUKER, P. F., The Changed Word Economy, Foreign Affairs, 1986

DUTCOSKY, S. D., Análise Sensorial de Alimentos, Curitiba, Editora Champagat, 1996.

DUTRA, J. H. F., Educação Ambiental no Ensino Profissionalizante: Uma Reflexão Baseada em Estudo Desenvolvido no Centro Federal de Educação Tecnológica – Unidade Descentralizada de Leopoldina (MG), Dissertação de Mestrado, Universidade de Taubaté (Unitau), Taubaté – SP, 2006.

FAGUNDES, V., Meio Ambiente, Reciclar e Reutilizar, Casca de Arroz é Alternativa de Baixo Custo para Tratamento de Efluentes, Revista Minas faz Ciência – Publicação da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, Minas Gerais, FAPEMIG, n.º 29, 2007

FREIRE, P., Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários da Prática Educativa, Editora Paz e Terra, São Paulo – SP, 1996.

FREIRE, R. S.; PELEGRINI, R.; DURÁN, N.; ZAMORA, P. P., Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas, Química Nova v.23 n.4 São Paulo jul./ago, São Paulo, Scielo, 2000.

GOLDEMBERG, J., Energia e Desenvolvimento, Dossiê de Recursos Naturais, Estudos Avançados Vol. 12, n.º 33, Maio / Agosto, ISSN 0103-4014, São Paulo, Scielo, 1998.

GOLDEMBERG, J., Pesquisa e desenvolvimento na Área de Energia, Estudos Avançados, vol.14 n.º 3, ISSN 0102-8839, Julho/Setembro, Scielo, São Paulo, Publicação da Fundação SEADE, 2000.

GOLDEMBERG, J., MOREIRA, J. R., Política energética no Brasil, Estudos Avançados, vol.19 n.º 55, ISSN 0103-4014, Setembro/Dezembro, Scielo, São Paulo, Publicação da Fundação SEADE, 2005.

GOLDEMBERG, J. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

GRA, L. L. C., O Protocolo de Quioto e o Contrato Internacional de Compra e Venda de Crédito de Carbono, Revista Brasileira de Direito Internacional, Curitiba – PR, Vol. 2, nº 2, jul / dez, 2005.

HACKSTAFF, B.W. Various Aspects of High Gravity Brewing. MasterBrew. Associates Technology, v. 15, 1978.

HADDAD, J. e HORTA, L. A., SANTOS, A. H. M., Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos. Itajubá, FUPAI, 2001

HAMPSON, T., O Livro da Cerveja, Tradução de The Beer Book, Rio de Janeiro - RJ, Nova Fronteira, 2009.

HARDWICK, W.A. Handbook Brewing. New York: Marcel Dekker, Inc., 1994

HINRICHS, R. A., KLEINBACH, M., Energia e Meio Ambiente, Tradução da 3ª. Edição Norte-americana, São Paulo – SP, Pioneira Thomson Learning, 2003.

HINRICHS, R. A., KLEINBACH, M. REIS, L. B., Energia e Meio Ambiente, Tradução da 4ª. Edição Norte-americana, São Paulo – SP, Cengage Learning, 2010.

HOLLIDAY Jr., C. O., Schmidheiny, S., Watts, P., Cumprindo o prometido: Casos de Sucesso de Desenvolvimento Sustentável, Editora Campus, Rio de Janeiro, 2002

JORGE, M. P., Energias Renováveis: Uma Visão Econômica sobre o Aproveitamento de Energias Solar, Eólica e de Biomassa, Revista Pensamento e Realidade, ISSN 1415-5109, Ano VIII, Maio, 2005.

KUNS, A.; ZAMORA, P. P.; MORAES, S. G., DURÁN, N., Novas tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis, Química Nova v.25 n.1, São Paulo jan./fev., Scielo, 2002.

LEITE, R. C. de C., Energia para o Brasil: um modelo de sobrevivência. Rio de Janeiro, Editora Expressão e Cultura, 2002.

LIMA, G. F. C.; Formação e Dinâmica do Campo de Educação Ambiental no Brasil, Emergência, Identidades e Desafios, Tese

de Doutorado do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 2005.

LINKO, M., HAIKARA, A. RITALA, A., PENTTOLÄ, M. Recent Advances in the malting and Brewing Industry. *Journal of Biotechnology*, v. 14, 1998.

LOPES, A. F.; A Mediação de Conceitos Ecológicos e a Consolidação de uma Proposta de Trabalho entre a Escola e a Universidade, Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2004.

MAROTI, P. S., Educação e Interpretação Ambiental junto à Comunidade do Entorno de uma Unidade de Conservação, Tese de Doutorado do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR, 2002.

MARTIN, J-M., A Economia Mundial da Energia, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Editora Unesp, 1992.

MARTINS, S. M. Como Fabricar Cerveja. São Paulo, Ícone Editora, 2ª. Edição, 1991.

MENSOUR, N. MARGARITS, A. BRIENS, C.L., PILKINGTON, H., RUSSELL, I. Immobilized Yeast Applications in the Brewing Industry. In: Wiffels, R.H., Bucke, C., Tramper, J. Immobilized Cells: Basics and Applications. Amsterdam: Elsevier Science, 1996.

MOREIRA, J.R. e GOLDEMBERG, J. The Alcohol Program, Energy Policy, 1999.

MUNROE, J. H. Fermentation. In: HARDWICK, W.A. ed. Handbook of Brewing. New York: Marcel Dekker, 1994.

MURRAY, C.R.; STEWART, G.G. Experience with High-Gravity Lager Brewing. London: John Labatt Limited. Brewing Technical Affairs, 1995.

ODUMERU, J. A.; D'AMORE T.; RUSSEL, I.; STEWART, G.G. Effects of Heat Shock and Ethanol Stress on the Viability of a *Saccharomyces Uvarum* Brewing Yeast Strain During Fermentation of High-Gravity Wort. *Journal Of Industry Microbiology*, V. 10, 1992.

OLIVEIRA, I. S., Estudo Combinado entre o Uso de Processos Oxidativos Avançados (POA's) com Fotocatálise (Ozônio/UV e Reagente de Fenton/UV) e o Tratamento Convencional (Lodo Ativado) dos Resíduos Orgânicos Gerados nos Laboratórios da Faenquil, Dissertação de Mestrado, EEL USP, Lorena – SP, 2004.

OLIVEIRA JR, S. B., Educação Ambiental Mediatizando os Conhecimentos Locais e Universais, Dissertação de Mestrado da Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, 2005.

PFISTERER, E.A.; STEWART, G.G. Some Aspects on the Fermentation of High Gravity Worts, European Brewery Convention, Proceedings, 1975.

PILAVACHI, P.A., Energy Efficiency in Process Technology, Commission of the European Communities. Elsevier Applied Science, pg 41, 1992

RUSSELL, I.; STEWART, G.G. Brewing. In: REHM, H.J.; REED, G. ed. Biotechnology. New York: VCH, V.9, Cap. 11, 1995.

SILVA, D. P., Produção e avaliação sensorial de cerveja obtida a partir de mostos com elevadas concentrações de açúcares, Tese de Doutorado, Lorena, Faculdade de Engenharia Química de Lorena, 2005.

SILVA, F. D., Histórico, Classificação e Análise de Centros de Educação Ambiental no Brasil, Dissertação de Mestrado da Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2004.

SCHIMIDELL, W., FACCIOTTI, M.C.R. Biorreatores e Processos Fermentativos. In: Almeida Lima, U., Aquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W. Biotecnologia Industrial, v. 2. Engenharia Bioquímica. São Paulo, Edgard Blücher, 2001.

SCHOLZ V., Energy balance of solid biofuels, Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry, Strategies Towards Achievement, Vol 2, James & James (Science Publishers), 1998.

STEWART, G.G. A Brewer's Delight. Chemistry and Industry. New York, 2000

STEWART, G.G., RUSSELL, I. An Introduction to Brewing Science & Technology. Series III. Brewer's Yeast. London, The Institute of Brewing, 1998.

STEWART, G.G.; RUSSELL, I. Modern Brewing Biotechnology. In: MOORE, YAOUNG, M. Comprehensive Biotechnology: The Principles, Applications and Regulations of Biotechnology in Industry, Agriculture and Medicine. Oxford, Pergamon Press, V. 3, Cap. 17, 1994

THOMAS, K.C.; HYNES, S.H.; INGLEDEW, W.M. Practical and theoretical Considerations in the Production of High Concentrations of Alcohol by Fermentation. Process Biochemistry, v. 31, n. 4, 1996.

TORNIC, H.E. Da Cevada à Bebida. Revista Alimentos e Tecnologia. São Paulo, v.1, n.7, 1986.

TRÉLLEZ SOLÍS, E., La Ciudadanía Ambiental Global. Manual para docentes de educación básica de América Latina y el Caribe. Y para quienes quieren aportar en la formación de ciudadanos y ciudadanos ambientales, PNUMA, UICN, CEC, Programa de Ciudadanía Ambiental, Quito, 2005.

TRÉLLEZ SOLÍS, E., Educación Ambiental y Sustentabilidad Política: Democracia y Participación, Revista de La Universidad Bolivariana, Año/Vol 5., número 014, Santiago, Chile, 2006.

TSCHOPE, E. C, Microcervejarias e Cervejarias: A História, a Arte e a Tecnologia, São Paulo, Editora Aden, 2001.

URQUIJO, J. M. M., Planificacacion Energetica, Energia Biltzarra Congreso de Energia, Publicaciones Vitoria-Gasteiz, pg 42 e 47, 1988.

VARNAM, A. H., SUTHERLAND, J. P. Bebidas: Tecnologia, Química y Microbiologia. Espanha, Editorial Aden, 2001.

VASCOCELLOS, G. F., Biomassa: A Eterna Energia do Futuro, São Paulo, Editora Senac, 2002.

VENTURINI FILHO, W. G., CEREDA M.P. Cerveja. In: Almeida Lima, U., Aquarone, E. Borzani, W., Schmidell, W. Biotecnología Industrial, Voume 4. Biotecnología na Produção de Alimentos. Edgar Blücher, 2001.

VICHI, F. M., MELLO, L. F., A, Energia e Meio Ambiente, Capítulo Complementar: Questão Energética no Brasil, São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

YOUNIS, O.S.; STEWART, G.G. Effect of Malt Wort, Very High Gravity Malt Wort, and Very High Gravity Adjunct Wort on Volatile Production in *Saccharomyces Cerevisiae*, v. 57, n. 2, 1999.

8.1 Bibliografia Complementar

Agência USP de Inovação. Disponível em: < <http://www.inovacao.usp.br/recicla>> acessado em 10-10-2011 às 15:10h.

Balanço Energético Nacional Ano Base 2003, Ministério de Minas e Energia, Editora Ilustradas, Brasília, 2003.

Barbosa, E. B., Administradores, O portal da Administração, As 500 melhores universidades do planeta. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/as-500-melhores-universidades-do-planeta/47522/>> acessado em 07-01-2011 às 08:22h.

COPERSUCAR. “Pro-Álcool”. Fundamentos e perspectiva Copersucar. São Paulo, 1989.

Associação Brasileiro dos Profissionais em Cerveja e Malte (Cobracem). Disponível em: <www.cobracem.org.br> acessado em 07.07.2010 às 17:21h.

DANTAS, L. O ., Cogeração atinge níveis recordes de eficiência energética. Disponível em: <http://www.gasnet.com.br/novo_artigos.asp?cod=1207> acessado em 19.11.2010 às 11:03h.

Departamento de Ciências Naturais, DCNAT, Disponível em: < <http://www.ufsj.edu.br/Pagina/dcnat>>, acessado em 23.10.2010 às 11:15h.

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ USP, Disponível em: < <http://www.esalq.usp.br>>, acessado em 07.01.2011 às 12:19h.

FERRÃO, P. D. M., WEBER, F. A. ., Cogeração: uma abordagem sócio-econômica, Cobenge, Santa Catarina, UFSC, 2001.

Inverno in Ancipo, c'è la Neva a Cortina. In: Corriere Della Sera, 2002.

LEITE, A. D., A energia elétrica em nova encruzilhada, Jornal Valor Econômico, São Paulo, 2007.

MACIEL, T. e D'ÁVILA, M. I. In: Desenvolvimento Social, Desafios e Estratégias. Pág. 246. 1995.

PEIRÓ, F., Agência para Aplicação de Energia Secretaria de Estado de Energia - São Paulo, 2007.

Prado, A. A, Ambiente: Contribuições da EEL, 2008, Jornal da USP, Ano XXV nº 911, Versão Eletrônica Disponível em: <<http://espaber.uspnet.usp.br/jorusp/?p=167>>, acessado em 12.01.2011 às 11:19h.

Prospecção Tecnológica em Energia, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos Ciência, Tecnologia e Inovação, CGEE, 2005

Rede CEAs, Rede Brasileira de Centros de Educação Ambiental. Disponível em: <<http://www.redeceas.esalq.usp.br/base.htm>>, acessado: 07-01-2011 às 10:27h.

Revista Fapesp, Montanhas de Histórias. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=2991&bd=1&pg=1&lg=>>>, acessado em 15-09-2010 às 15:35h.

ROMANO, S., Sviluppo e Ambiente, il Vértice di Johannesburg: Crude Verità e Fragile Idee. In: Corriere Della Sera, 2002.

Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (Sindcerv). Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br>>, acessado: 31-08-2010 às 11:57h.

Sistema Júpiter. Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: <<http://www.sistemas.usp.br>>, acessado em 17-01-2011 às 21:27h.

UNDP/DESA/WEC United Nations Development Programme / United Nations. Department of Economic and Social Affairs/World Energy Council. *World energy assessment. Energy and the challenge of sustainability*. Nova York, 2000

Universidade de São Paulo (USP), Sala de Imprensa. Disponível em: < <http://www.usp.br/imprensa/?p=1899>>, acessado em: 14-01-2011 às 14:55h.

Universo OnLine Educação, UOL Educação. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/ultnot/2009/08/31/ult105u8617.jhtm>>, acessado em 14-01-2011 às 11:41h.

YOUNG, C. E. F., LUSTOSA, M. C. J., Meio ambiente e competitividade na Indústria Brasileira, Rio de Janeiro, UFRJ, 2000.

_____. ANP Agência Nacional de Petróleo, Ministério de Minas e Energia, 2002 <<http://www.anp.gov.br>>, acessado em 14-09-2010 às 15:15h.

_____. BEN Balanço Energético Nacional, Ano Base 2006 Ministério de Minas e Energia, <<http://www.mme.gov.br>>, acessado em 17-11-2010 às 11:31h.

_____. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br>>, acessado em: 07.07.2010 às 10:10h.

_____. BP British Petroleum, Amoco Statistical Review of World Energy, Londres, 2000, Disponível em: <<http://www.bp.com>>, acessado em: 07.05.2010 às 10:10h

_____. CGEE Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, <<http://www.cgee.org.br>>, acessado em 25.09.2010 às 15:17h.

_____. EIA Energy Information Administration, History: System for the Analysis of Global Energy Markets, 1998 - 2004. Disponível em: <<http://www.eia.doc.gov>> , acesso em: 14.05.2010 às 21:11h

_____. EPRI Electric Power Research Institute, Advanced electricity technologies could reduce the economic

cost of cutting future U.S. CO₂ emissions, Journal, 1996, California, Disponível em: <<http://www.epri.com>>, acessado em 23.08.2010 às 12:21h.

_____. Instituto Ciência Hoje, O Efeito Fotovoltaico. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/4097>>, Rio de Janeiro, acessado em 24.08.2010 às 11:43h.

_____. Instituto Ilumina, Padrão de consumo de energia elétrica no Brasil. Disponível em: <<http://www.ilumina.org.br>>, acessado em 25/08/2010 às 21:43h.

_____. MME Ministério de Minas e Energia, *Balanco Energético Nacional* de 1999 - 2006, disponível em:<<http://www.mme.gov.br>>, acessado em 02.11.2010 às 13:29h.

_____. Oak Ridge National Laboratory, Department of Energy, Applied research and development to create scientific knowledge and technological solutions, 1996, Disponível em: <<http://www.ornl.gov>>, Oak Ridge, acessado em 02.07.2010 às 14:21h.

_____. Point Carbon, Disponível em: <<http://www.pointcarbon.com>>, acessado em 05.11.2010 às 11:57h.

_____. UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em: <<http://www.unfccc.int>>, acessado em 05.11.2010 às 17:55h.

_____. USDE United States Department of Energy, Bioenergy, Energy Efficiency and Renewable Energy, 1998 - 1999, Washington D.C. Disponível em: <<http://www.energy.gov/energysources/bioenergy.htm>>, acessado em 05.08.2010 às 17:57h.

_____. WWI Word Watch Institute, State of World, 1989, Disponível em: <<http://www.woeldwatch.org>>, acessado em 10.09.2010 às 19:30h.

8.2 Site com Versão da Tese em PDF

Análise do Modelo de Educação Ambiental na Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador, 2011. Disponível em: <<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4882/1/UPS-QT03506.pdf>> acessado em 20.01.2012.

LISTA DE ABREVIATURAS

BTU (British Thermal Unit) - uma unidade de energia. Os queimadores dos fogões, sejam eles a gás ou elétricos, são classificados pelo número de BTUs que eles geram por hora.

CFC (Clorofluorcarbono) – composto baseado em carbono que contém flúor e cloro. Tal composto é um dos responsáveis pela redução da camada de ozônio.

DBO – A Demanda Bioquímica de Oxigênio é um conceito usado em assuntos que envolvem Estações de Tratamento de Efluentes.

DQO – A Demanda Química de Oxigênio é um conceito usado em assuntos que envolvem Estações de Tratamento de Efluentes.

EA – Sigla referente à Educação Ambiental em temáticas relacionadas ao meio ambiente, sendo esta uma área da educação que visa disseminar importantes conceitos com o objetivo de ajudar na preservação do planeta e na utilização dos recursos de forma sustentável.

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes que visa tratar resíduos de tipos variados antes de lançá-los no meio ambiente.

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, incluindo países como: Estados Unidos, Japão, Europa Ocidental e Canadá.

PAG – O Potencial de Aquecimento Global é a capacidade da molécula de absorver radiação térmica em relação à capacidade da molécula de CO₂.

ppM – partes por Milhão é um indicador utilizado para apontar proporções.

PET – Politereftalato de Etileno desenvolvido por químicos britânicos. Devido às suas propriedades termoplásticas é muito utilizado como embalagens de bebidas.

Rio+10 – Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, é o segundo encontro do ONU (Organização das Nações Unidas) a discutir o uso dos recursos naturais sem ferir o ambiente.

TEP – Unidade denominada para mensurar a energia referente a Toneladas Equivalentes de Petróleo.

GLOSSÁRIO

Adsorção - a formação de uma camada de gás sobre a superfície de um sólido, ou menos frequentemente, de um líquido.

Aeróbio - organismo a cuja vida é imprescindível o oxigênio livre retirado do ar.

Alfa-amilase - Enzima que atua na decomposição dos amidos para dextrinas inferiores pela desagregação das combinações.

Amina - Classe de compostos orgânicos derivados da amônia pela substituição de um ou mais de um de seus hidrogênios por grupos hidrocarbônicos.

Aminoácidos - Classe de compostos orgânicos que contêm um grupamento carboxila e um grupamento amina.

Anaeróbio - organismo que pode viver privado do contato do ar ou do oxigênio livre.

Beta-amilase - Enzima que atua na decomposição do amido para maltose pela desagregação.

Carboidratos – trata-se de uma classe de moléculas orgânicas que contém carbono, hidrogênio e oxigênio, a exemplo da glicose, sacarose e amido.

Células a combustível (Fuel Cells) - é uma tecnologia que utiliza o hidrogênio e o oxigênio para gerar eletricidade com alta eficiência, e também vapor d'água quente resultante do processo químico na célula a combustível. A importância da célula está na sua alta eficiência e na ausência de emissão de poluentes quando se utiliza o hidrogênio puro, além de ser silenciosa.

Cocção - Ato de cozer, havendo necessidade de energia para realização do cozimento que pode incluir: GLP, gás canalizado, lenha e carvão vegetal, inclusive o Gás Natural.

Cogeração – trata-se da produção conjunta de trabalho mecânico e calor utilizável a partir da queima do mesmo combustível. O trabalho mecânico é geralmente usado para acionar um gerador elétrico, mas poderá ter outras finalidades.

O calor é quase sempre utilizado para a geração de vapor para processo, ou água quente para aquecimento.

Dessorção - Liberar de um estado de adsorção ou de absorção.

Dextrinas - Produto intermediário formado na hidrólise do amido a açúcar, e que pode ter diferentes composições.

Dextrinase - Enzima que atua na desagregação do amido para maltose.

Efluentes - são dejetos líquidos ou gasosos, emitidos por indústrias, aterros ou residências. Alguns efluentes necessitam de tratamento especial antes de serem lançados nos rios, no mar, no solo ou no ar.

Eletrotermia - Na década de 80, quando havia energia sobrando, o governo incentivou a chamada eletrotermia – substituição de processos que usavam óleo combustível e gás no setor industrial, por eletricidade. Produção de calor pela eletricidade.

Endo-peptidase - Enzima que atua na decomposição das proteínas para produtos intermediados de alta e média massa molar.

Energia elétrica - uma forma de energia baseada na geração de diferenças de potencial elétrico entre dois pontos, que permitem estabelecer uma corrente elétrica entre ambos. Mediante a transformação adequada é possível obter que tal energia mostre-se em outras formas finais de uso direto, em forma de luz, movimento ou calor, segundo os elementos da conservação da energia. As principais formas de aquisição da energia elétrica são através de termoelétricas, usinas hidroelétricas, usinas eólicas e usinas termonucleares.

Energia eólica - é a energia que provém do vento. O termo eólico vem do latim *aeolicus*, portanto, pertencente ou relativo ao vento.

Energia maremotriz - é um modo de geração de eletricidade através da utilização da energia contida no movimento de massas d'água devido às marés. Dois tipos de energia maremotriz podem ser obtidas: energia cinética das correntes devido às marés e

energia potencial pela diferença de altura entre as marés alta e baixa.

Energia Primária - produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta, como o petróleo, gás natural, carvão mineral, resíduos vegetais e animais, energia solar, eólica e outros.

Energia Secundária - produtos energéticos resultantes dos diferentes centros de transformação que têm como destino os diversos setores de consumo e eventualmente outro centro de transformação. Óleo diesel, óleo combustível, gasolina (automotiva e de aviação), GLP, nafta, querosene (iluminante e de aviação), coque de carvão mineral, urânio, eletricidade, carvão vegetal, álcool etílico, (anidro e hidratado), alcatrão e outros derivados do petróleo.

Energia térmica - transferida entre dois corpos que estão a temperaturas diferentes. Logo não há sentido em dizer que um corpo tem mais calor que outro. O calor é uma energia que se transfere de um sistema para outro, sem transporte de massa, e que não corresponde à execução de um trabalho mecânico.

Energia solar - é a designação dada a qualquer tipo de captação de energia luminosa (e, em certo sentido, da energia térmica) proveniente do Sol, e posterior transformação dessa energia captada em alguma forma utilizável pelo ser humano, seja diretamente para aquecimento de água ou ainda como energia elétrica ou mecânica.

Exo-peptidase - Enzima que atua na decomposição das proteínas de alta e média massa molar para aminoácidos.

Fotólise - decomposição de compostos químicos pela ação da luz. O contrário da fotossíntese.

Fotoquímico – Parte da química que estuda os estados excitados das moléculas e dos átomos, formados pela absorção de luz visível ou ultravioleta, e as suas reações.

Fotovoltaico - o efeito fotovoltaico “consiste na produção de uma diferença de potencial entre duas camadas sobrepostas de materiais diferentes quando expostas à radiação eletromagnética”. A segunda lei de Kepler postula que, “numa

órbita planetária, para tempos iguais, o raio vetor que liga o Sol ao planeta varre superfícies de mesma área”.

Glucanos – Polímeros de glicose que possuem carboidratos encontrados em alguns cereais.

Hemicelulase – Enzima que atua na decomposição da hemicelulase para glucanos de baixa e média massa molar.

Hidrocarbônicos - Composto constituído apenas por carbono e hidrogênio.

Hidrólise - Reação da água sobre um composto com fixação de íons.

Joint Venture – figura jurídica que contempla as associações e as alianças estratégicas entre empresas. Constitui forma associativa e modelo jurídico desenvolvido da prática dos mais variados campos de negócios, reconhecida pela jurisprudência e configurada por contratos formais. Sua aplicação estende-se desde um simples contrato de colaboração, até a união total de sociedades numa única empresa.

Maltose - Sacarídeo cristalino, incolor, que se obtém pela decomposição enzimática do amido.

Massa Molar (*molar mass*) - a massa, em gramas ou quilogramas, de um mol de átomos, moléculas ou outras partículas.

Organoclorado - composto orgânico (em particular, inseticida) que contém cloro. Os inseticidas organoclorados, por se acumularem no ambiente, são de uso restrito ou proibido.

Sacarídeo – Semelhante ao açúcar.

Sistemas distribuídos - A principal vantagem dos sistemas distribuídos é o alto desempenho, a disponibilidade de recursos e a extensibilidade a um baixo custo. Em um sistema distribuído típico as tarefas chegam aos nós de forma aleatória. Isso pode gerar uma situação de balanceamento não uniforme entre os nós do sistema. Esse desbalanceamento resume-se na existência de nós com altas cargas e outros nós levemente carregados ou muitas vezes ociosos.

Tecnologias Horizontais - que têm efeitos mais diretos no domínio dos processos.

ANEXO A

FÓRMULAS *CÁLCULOS EM INSTRUMENTOS BIFÁSICOS*

$$P = V \times I$$

Onde:

P = Potência

I = Corrente elétrica

V = Tensão elétrica

Cálculos em Instrumentos Trifásicos

$$P = V \times I \times \sqrt{3}$$

Onde:

P = Potência

I = Corrente elétrica

V = Tensão elétrica

$\sqrt{3}$ = Fator de produto em instrumentos trifásicos

Cálculos Comuns nos Processos Comparados

$$t = T_m \div m$$

Onde:

t = tempo em horas

T = tempo medido na utilização de cada instrumento

M = 60 minutos

$$E = P \times t$$

Onde:

E = Consumo de energia em kWh

P = Potência

t = tempo em horas

ANEXO B

INOVAÇÕES PARA SUSTENTABILIDADE PROGRAMA USP RECICLA – RELATÓRIO DE BALANÇO ANUAL CAMPUS DE LORENA - EEL

1. O PROGRAMA NO CAMPUS

O Programa USP Recicla da Unidade de Lorena vem realizando a manutenção do Programa de Coleta Seletiva e Educação Ambiental. Por meio do Programa Permanente de Treinamento com colaboradores e discentes, acolhida dos calouros no início do ano letivo com palestra inaugural demonstrando a estrutura do Programa realizando a distribuição de canecas duráveis.

Como Projeto inovador foi desenvolvido o Programa de Formação de Agentes Multiplicadores Ambientais – FAMA, por meio de um curso de capacitação com duração de 20 horas, abordando temas relevantes e do cotidiano, preparando-os para realizações de palestras na comunidade.

2. AÇÕES REALIZADAS

2.1 Palestras / Encontros

- Palestra – Considerações Ambientais – Escola de 1º e 2º Grau Leopoldo Guimarães do Município de Piquete – SP;
- Palestra – Considerações Ambientais – Escola Patrocínio São José;
- Palestra – Considerações Ambientais – CRAS – Centro de Referência e Assistência social – Cooperativa de Catadores;
- Palestra – Água – CRAS - Centro de Referência e Assistência social – Cooperativa de Catadores;
- Palestra – Reciclagem de Materiais – CRAS - Centro de Referência e Assistência social – Cooperativa de Catadores;

- Palestra – Sistema da Qualidade – 5 S – CRAS - Centro de Referência e Assistência social – Cooperativa de Catadores;
- Palestra – Qualidade de Vida no Trabalho – CRAS - Centro de Referência e Assistência social – Cooperativa de Catadores;
- Palestra – Programa USP Recicla e Impactos Ambientais – Faculdade de Tecnologia de Roseira – FARO;
- Palestra – Mudanças Climáticas – Escola Estadual de 1º e 2º Grau “Prof. Gabriel Prestes” – Lorena – SP;
- Palestra – Mudanças Climáticas – Escola Adventista – Lorena – SP;
- Expedição para o Levantamento e Monitoramento das Nascentes na Área Rural de Lorena – SP;
- Encontro de Iniciação Científica e Mostra de Pós-Graduação da UNITAU.

2.2 Eventos

- II Semana de Tecnologia da Fatec – Unidade de Cruzeiro – SP;
- IV Fórum de Comunicação, Ciência e Tecnologia da Escola Estadual “Prof. Luiz de Castro Pinto”;
- II Olimpíada de Física de Lorena – OFL – EEL USP;
- I Seminário de Valorização de Resíduos – FAPESP – CAPES – POLI-USP;
- I Semana de Ciência e Tecnologia do COTEL – EEL – USP.

2.3 Parcerias e articulações – resultados

- Parceria com a Cooperativa de Catadores de Lorena;
- Grupo de Sustentabilidade Ambiental da FATEA – Rede Salesianas.

2.4 Atendimentos – balanço público envolvidos, nº geral de Projetos (em andamento e/ou finalizados)

- Educação para Conscientização da Importância da Reciclagem de Materiais – Pro. Dr. Carlos Yujiro Shigue – DEMAR – Em Andamento;
- Gerenciamento de Resíduos Químicos dos Laboratórios de Ensino da EEL – Bruno Leandro Cortez de Souza – DEQUI – Finalizado;
- Monitoramento Ambiental das Montanhas da Serra da Mantiqueira – Prof. Esp. André Alves Prado – COTEL / DEBIQ – Finalizado;
- Ribeirão Taboão: Estado da Arte – Propostas de Mudanças – Prof. Dr. Carlos Roberto de Almeida – DEQUI – Finalizado.

3. BOLSISTAS E VOLUNTÁRIOS DO PROGRAMA

- Marcelo – bolsista Projeto Ensinar com Pesquisa – Educação para Conscientização da Importância da Reciclagem de Materiais – Prof. Dr. Carlos Yujiro Shigue;
- Mateus de Souza Amaral – bolsista da Coordenadoria de Assistência Social (COSEAS USP) – Projeto de Monitoramento Ambiental das Montanhas da Serra da Mantiqueira – Prof. Esp. André Alves Prado;
- Leoni Aparecida Cordeiro – bolsista Projeto de Humanização e Ambiente do Trabalho do CRAS II – Lorena (FATEA) – Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro e Prof. M.Sc. Jorge Luiz Rosa

4. PRODUTOS

Desenvolvimento e Produção do Vídeo Institucional do Programa USP Recicla, Unidade de Lorena – EEL.

5. RECURSOS APLICADOS

Gastos Realizados – USP Recicla

Diária Prof. Rosinei Batista	180,00
Diária Prof. Rosinei Batista	198,00
Confecção de faixas para divulgação	195,00
Confecção de Camisetas USP Recicla	390,00
Confecção de <i>banners</i>	300,00
Aquisição de suprimentos de Informática	90,00
Aquisição de material para divulgação	390,00

6. COORDENAÇÃO DO CAMPUS / EQUIPE TÉCNICA

Nome	Função
João Donizete Ferreira	Coordenador
Prof.Dr. Carlos Roberto de Oliveira Almeida	Educador
Prof.Dr. Adilson Roberto Gonçalves	Educador
Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro	Educador
Prof. Esp. André Alves Prado	Educador
Prof. M.Sc.Jorge Luiz Rosa	Educador
Simone Colombo Lopes	Comunicação
Cláudio Roberto Cardoso	Administração
Christian Horst Nunnenkamp	Administração
Juliana Aparecida de Souza	Secretária
Nellye Rego Machado	Administração

ANEXO C

ELENCO DE DISCIPLINAS OFERECIDAS NA EEL USP

LOB1033 - Álgebra Linear e Cálculo Vetorial
LOQ4001 - Análise Instrumental
LOT2002 - Biologia Geral
LOT2004 - Bioquímica
LOT2005 - Bioquímica Experimental I
LOT2006 - Bioquímica Experimental II
LOT2007 - Bioquímica I
LOQ4002 - Cálculo de Reatores
LOB1003 - Cálculo I
LOB1004 - Cálculo II
LOB1005 - Cálculo III
LOB1006 - Cálculo IV
LOT2010 - Ciências do Meio Ambiente
LOB1008 - Ciências Sociais
LOQ4003 - Cinética Química
LOM3004 - Conformação Mecânica
LOQ4004 - Controle de Processos Químicos
LOM3006 - Degradação e Proteção de Materiais
LOM3005 - Diagrama de Fases
LOB1010 - Direito Aplicado ao Trabalho
LOM3009 - Eletrônica e Instrumentação
LOB1011 - Eletrotécnica
LOT2041 - Engenharia Bioquímica
LOT2015 - Engenharia Bioquímica II
LOT2016 - Engenharia Bioquímica II A
LOQ4050 - Engenharia Econômica
LOM3010 - Ensaio de Materiais
LOM3011 - Ensaaios de Materiais A
LOB1012 - Estatística
LOM3013 - Estruturas dos Materiais

LOQ4006 - Fenômeno de Transporte Experimental
 LOB1014 - Física Experimental I
 LOB1015 - Física Experimental II
 LOB1016 - Física Experimental III
 LOB1017 - Física Experimental IV
 LOB1018 - Física I
 LOB1019 - Física II
 LOB1020 - Física III
 LOB1021 - Física IV
 LOM3054 - Física para Engenharia de Materiais I
 LOM3055 - Física para Engenharia de Materiais II
 LOQ4007 - Físico-Química
 LOM3056 - Fundamentos de Química Orgânica
 LOQ4046 - Gestão da Produção
 LOQ4008 - Gestão Tecnológica
 LOQ4009 - Instrumentação e Controle
 LOT2037 - Instrumentação e Controle de Bioprocessos
 LOM3016 - Introdução à Ciência dos Materiais
 LOQ4010 - Introdução à Engenharia Química
 LOB1023 - Introdução à Programação de Computadores
 LOT2043 - Introdução à Engenharia Bioquímica
 LOQ4044 - Introdução à Engenharia da Qualidade
 LOM3018 - Introdução à Engenharia de Materiais
 LOM3057 - Introdução aos Materiais Poliméricos
 LOM3061 - Materiais e Meio Ambiente
 LOM3022 - Materiais para a Indústria Química
 LOB1024 - Mecânica
 LOQ4012 - Mecânica dos Fluidos
 LOM3040 - Mecânica dos Sólidos
 LOB1025 - Método Numérico
 LOT2019 - Microbiologia Geral
 LOQ4045 - Modelagem e Simulação Computacional de Processos
 LOT2022 - Modelagem e Simulação de Processos Biotecnológicos
 LOQ4015 - Operações Unitárias I
 LOQ4016 - Operações Unitárias Experimental I

LOQ4017 - Operações Unitárias Experimental II
LOQ4018 - Operações Unitárias II
LOB1027 - Organização Industrial
LOM3027 - Pirometalurgia
LOQ4020 - Polímeros I
LOB1028 - Português
LOB1029 - Prática Esportiva I
LOM3073 - Processamento de Cerâmicas I
LOT2034 - Processos Bioquímicos Industriais - A
LOQ4022 - Processos Químicos Industriais I
LOQ4023 - Processos Químicos Industriais II
LOQ4024 - Processos Unitários Orgânicos
LOM3033 - Produtos Metálicos
LOM3067 - Projeto Industrial e Planejamento de Controle da Produção
LOQ4049 - Projeto na Indústria Química
LOM3035 - Propriedades Elétricas, Magnéticas, Térmicas e Óticas
LOM3036 - Propriedades Mecânicas
LOB1031 - Psicologia
LOQ4027 - Química Analítica I
LOQ4028 - Química Analítica II
LOT2036 - Química Bioinorgânica
LOT2039 - Química de Biomassa
LOQ4030 - Química Geral Experimental I
LOQ4031 - Química Geral I
LOQ4032 - Química Geral II
LOM3037 - Química Inorgânica
LOQ4033 - Química Inorgânica Experimental
LOQ4034 - Química Inorgânica I
LOQ4035 - Química Inorgânica II
LOQ4036 - Química Orgânica Experimental
LOQ4037 - Química Orgânica I
LOQ4038 - Química Orgânica II
LOT2025 - Reatores Bioquímicos
LOM3038 - Recursos Naturais
LOB1032 - Segurança Industrial

LOM3043 - Seleção de Materiais
LOM3058 - Síntese de Polímeros
LOM3045 - Solidificação
LOM3046 - Técnicas de Análise Microestrutural
LOM3047 - Técnicas de Análise Química
LOT2026 - Tecnologia de Alimentos
LOT2030 - Tecnologia de Conversão de Biomassa Vegetal
LOT2028 - Tecnologia de Processos Fermentativos
LOM3048 - Tecnologia de Vidros
LOQ4039 - Termodinâmica
LOM3049 - Termodinâmica de Máquinas
LOM3015 - Termodinâmica de Materiais
LOQ4040 - Termodinâmica Química
LOQ4048 - Trabalho de Conclusão do Curso II
LOQ4047 - Trabalho de Conclusão de Curso I
LOM3062 - Trabalho de Graduação I
LOM3063 - Trabalho de Graduação II
LOQ4041 - Transferência de Calor
LOQ4042 - Transferência de Massa
LOT2035 - Tratamento Biológico de Efluentes - A
LOM3071 - Tratamento de Minérios
LOQ4043 - Tubulações Industriais











ESTE LIVRO FOI IMPRESSO NA CIDADE DE SÃO PAULO/SP, EM JULHO DE
DE 2014, PELA GRÁFICA E EDITORA DEMANDA, PARA QUÁRTICA
EDITORIA EM SISTEMA DIGITAL DE CAPA E MIOLO.

