



ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS GOSTAM DE CERVEJA? UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA PARA A ENGENHARIA AMBIENTAL

Alexandre Saron – alexandre.saron@sp.senac.br

Centro Universitário SENAC

Av. Eusébio Stevaux, 823 Jurubatuba

CEP 04696-000 – São Paulo – SP

Resumo: *Este relato de experiência de aprendizagem baseada em problema é uma textualização da atividade desenvolvida na disciplina de Projeto Interativo do sétimo semestre do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário SENAC. A problematização ocorreu em torno de um tema de bastante agrado aos universitários que é a cerveja. A aprendizagem baseada em problema se desenvolveu de forma híbrida auxiliada pelas disciplinas do período em aplicação. Os alunos passaram pelos ambientes: industrial, artesanal e caseiro de produção de cerveja cujo alvo de estudo foi os aspectos ambientais: geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos com princípios da produção mais limpa e controle estatístico de processos na preparação caseira de cerveja tendo como consequência o produto final: a cerveja.*

Palavras-chave: *Experimentação, Projeto Interativo, Aprendizagem baseada em problema, Cerveja.*

1. INTRODUÇÃO

O Conselho Nacional de Educação na RESOLUÇÃO CNE/CES 11, de 11 Março de 2002, em seu artigo 3º diz sobre as características de um Engenheiro:

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

Por outro lado, devido à dinâmica da sociedade e dos sistemas de produção, é esperado que os desafios e problemas se transformassem ao longo do tempo, gerando a necessidade de formar profissionais capacitados a aprender continuamente, não se limitando unicamente ao uso de técnicas de engenharia aprendidas durante o seu período de graduação.



A área de Engenharia Ambiental foi criada pela portaria nº 1.693, de 1994, do Ministério da Educação e do Desporto e com quase vinte anos de regulamentação ainda se configura uma área recente da engenharia.

Os critérios para a organização, o desenvolvimento e a avaliação do curso de Engenharia Ambiental estão definidos nas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia, instituídas pela Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002.

Projeto Interativo é uma disciplina específica no componente curricular previsto do 1º ao 8º período do curso de Engenharia de Ambiental e Sanitária do Centro Universitário SENAC. Esta deve interagir de melhor forma possível com os componentes curriculares de cada período articulando-os com as intenções formativas e os cenários de formação estabelecidos na estrutura curricular do curso. Possibilita, dessa forma, maior coerência e consistência do processo de ensino e aprendizagem na construção das competências profissionais do curso, potencializando estratégias de conhecimento e de intervenção na realidade como resposta aos desafios contemporâneos.

Os projetos interativos objetivam a problematização sobre os cenários definidos para cada período do curso, subsidiada por estratégias de pesquisa científica e de implantação de projetos em diferentes áreas de conhecimento, possibilitando aos estudantes a responsabilidade de organizar seu próprio processo de aprendizagem.

Nos oito períodos em que o conteúdo curricular Projeto Interativo se faz presente, os alunos são desafiados a identificar, avaliar e propor soluções para problemas reais ou são desafiados à identificação de oportunidades e a proposição de projetos empreendedores a elas relacionados. O quadro 01 mostra a grade curricular atual do 4º ano (7º e 8º Semestres) do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário SENAC no qual o professor de Projetos Interativos deverá articular de melhor forma possível com as disciplinas do semestre.

Quadro 01 – Disciplinas do 4º Ano do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário SENAC

7º Semestre	8º Semestre
Projeto Interativo VII – PI VII - 36h	Projeto Interativo VIII – PI VIII - 36h
Gestão de Recursos Naturais - 72h	Poluição Atmosférica I - 72h
Planejamento Ambiental - 36h	Avaliação de Impactos Ambientais - 54h
Efluentes Líquidos I - 36h	Gerenciamento de Riscos - 36h
Captação, Armazenamento e Tratamento de Água - 54h.	Gerenciamento de Áreas Contaminadas I - 72h
Ciência e Tecnologia dos Materiais - 36h	Resíduos sólidos I - 36h
Linguagem de Programação - 72h	Sistemas de Drenagem urbana - 36h
Engenharia de Segurança do Trabalho - 36h	Efluentes Líquidos II - 36h

Com estas disciplinas, de acordo com o projeto pedagógico do curso o 4º ano possui como intenção formativa a elaboração de diagnóstico, prognóstico e planejamento ambiental com cenário de identificação e avaliação de condições e



tendências ambientais. Desta forma temos o que é designado por RIBEIRO, 2008 de aprendizagem baseada em problemas de forma híbrida, isto é, o currículo tem um componente curricular central no qual problemas/projetos são trabalhados por grupos de alunos facilitados por tutores. Este núcleo de problemas é informado por componentes curriculares como, por exemplo, módulos, matérias e laboratórios, que lhe dão suporte, cabendo aos docentes responsáveis por estes componentes a escolha da melhor metodologia para ensinar seus conteúdos (aulas expositivas, seminários, visitas externas, etc.).

Em material preparado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO denominado de “Desafios e Perspectivas da Educação Superior Brasileira para a Próxima Década (2011 – 2020)” é inegável que o tema ambiental está entre os mais importantes deste século e cada vez mais se tem informação e também solicitação no cotidiano das pessoas, sobre interligações nesta área de conhecimento técnico e científico. A cada geração que se passa a ênfase na sustentabilidade é maior e isso requer conhecimentos específicos aos cidadãos em áreas como as da química e o meio ambiente.

A sustentabilidade é um termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir suas necessidades atuais, sem comprometer o futuro das próximas gerações, ou seja, a sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e social sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro.

“[...] a degradação do meio ambiente a níveis talvez já incontroláveis é em grande parte, fruto das tecnologias humanas. De outro, para sair daí, mais do que nunca, será preciso saber pensar” DEMO (2010).

Num futuro próximo, podemos dizer após a década de 2020 nas salas de aulas de qualquer nível universitário poder-se-á ter uma miscigenação de até cinco gerações distintas se graduando. Segundo SERRANO, 2010 as gerações são classificadas por faixa de ano de nascimento e são ora denominadas de *baby boomers* os nascidos entre os anos de 1946 a 1964 passando para a geração X pertinente ao período de 1965 a 1983, a geração Y compreendendo os anos de 1984 a 2002 sendo que dentro deste período, alguns autores destacam a geração *web* ou simplesmente W equivalente aos anos de 1991 a 2000. A geração que vem sendo denominada de Z e que são os nascidos após 2003 até o presente momento também estará nas salas de aulas inclusive de cursos das Instituições de Ensino Superior após a década de 2020.

Os valores de cada uma dessas gerações não são tão diferentes – o novo nasce do antigo e o supera por adequação. Contudo, o que as diferencia fundamentalmente é seu modo de expressão, o que influencia profundamente suas vidas e seus trabalhos.

A qualidade exigida para o ensino na atualidade não dialoga com a ação do professor universitário solitário e isolado que adentra as salas para repetir as mesmas “certezas” para alunos indiferenciados (*Desafios e Perspectivas da Educação Superior Brasileira para a Próxima Década (2011 – 2020)* – UNESCO).

A falta de uma relação próxima de algo a ensinar com a realidade do dia a dia vivenciada pelos alunos faz com que tenham um menor interesse e conseqüentemente o processo de aprendizagem fica debilitado por não vêem muito significado daquela aprendizagem. Uma das razões deste problema está na seleção dos conteúdos disciplinares e na forma como são trabalhados nas disciplinas. Uma das maneiras de discutir temas reais nas aulas é por meio da experimentação.

Segundo PINHEIRO 1996 apud Nehring *at al*, 2002 o conteúdo a ser ensinado para alunos deve atender aos seguintes requisitos:

- Ser potencialmente ensinável, ou seja, pelo menos teoricamente, poder ser aprendido pelo aluno a que se destina. Para o atendimento deste requisito são levadas em consideração a faixa etária dos alunos, a especificidade do curso e da disciplina escolar dos quais fará parte.
- Possibilitar a elaboração de objetivos de ensino, de exercícios, avaliações ou trabalhos práticos.

Face este desafio de ter uma temática a ser trabalhada em disciplina de Projeto Interativo no curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário SENAC com alunos que na graduação pode ter uma grande variação de idade foi pensado na produção de cerveja. Afinal, não é fato que, generalizando todo estudante universitário gosta de uma cerveja?

O experimento realizado nas disciplinas de PI VII (7º Semestre) e PI VIII (8º Semestre) é a produção de cerveja. Esta produção foi segmentada em Cerveja Industrial, Cerveja Artesanal e Cerveja Caseira. A figura 01 mostra a produção de cerveja com os focos de abordagens a ser dado na disciplina de projetos – PI VII e as temáticas que foram desenvolvidas em cada uma delas.

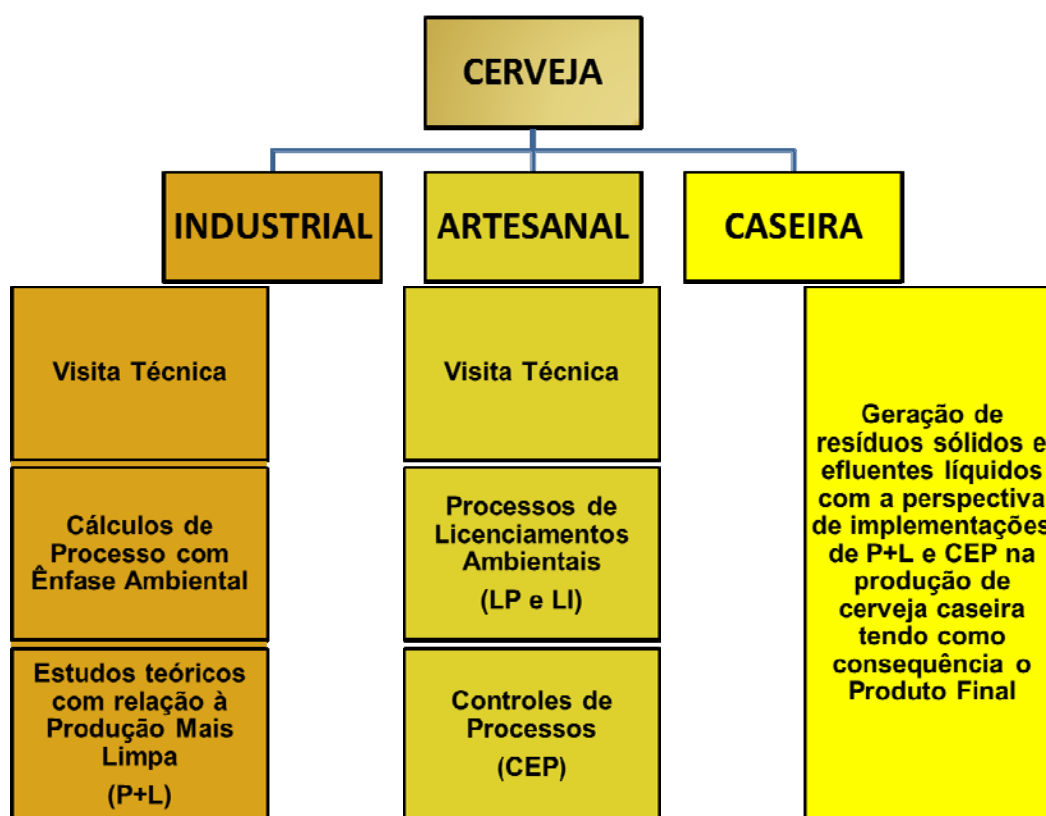


Figura 01 – Atividades desenvolvidas na disciplina de Projeto Interativo VII

No primeiro semestre de 2013 foi realizada a disciplina de PI VII no curso de Engenharia Ambiental com a estrutura curricular apresentada anteriormente na tabela



01. No segundo semestre deste ano será a disciplina de PI VIII que deverá continuar na temática centralizando os estudos no tratamento e destinação final dos efluentes e resíduos gerados na produção de cerveja caseira assim como princípios de automação deste processo.

2. DESENVOLVIMENTO DA DISCIPLINA DE PROJETO INTERATIVO

Com a temática Produção de Cerveja e sua divisão em Industrial, Artesanal e Caseira a disciplina de Projeto Interativo VII realizou o seu desenvolvimento na seguinte sequência:

- Discussão e formatação de acordo com o CREA de projeto básico e projeto executivo;
- Tipos de licenças ambientais: Prévia, de instalação e de operação;
- Etapas da elaboração de um projeto ambiental com foco em produção mais limpa

Após estas abordagens foi realizada a visita técnica em uma indústria de produção de cerveja localizada em Jacareí cujo objetivo foi de visualização do processo industrial bem como os controles ambientais que são realizados no mesmo.

2.1. Grupos de trabalho

Formaram-se três grupos de trabalho e cada um deles teve que propor um tipo de produção de cerveja caseira. Após pesquisarem via internet sobre tipos de cervejas apresentaram as seguintes propostas:

- GRUPO 01: “A cerveja do tipo WITBIER, a qual é retratada neste trabalho, tem origem do norte da Bélgica e é classificada como Ale, uma vez que a sua fermentação ocorre em temperatura ambiente. Esta cerveja caracteriza-se pela presença de malte belga, casca de laranja e coentro, os quais proporcionam um sabor suave, e ao mesmo tempo doce e azedo, com um toque cítrico e temperado. A Witbier é considerada refrescante e possui uma cor amarelo ouro opaco (LODAHL, 2002).”.
- GRUPO 02: “A cerveja estilo Porter produzido pelo Grupo nasceu no século XVII na Inglaterra, hoje, é um dos estilos mais populares do mundo, feita a partir de três misturas de cerveja a Old Ale, Pale Ale e Mild Ale, possui coloração escura e uma quantidade significativa de malte torrado, são de alta fermentação e teor alcoólico alto. Umas de suas principais características são os sabores e aromas marcantes de café e chocolate (CLUBEER, 2012).”.
- GRUPO 03: “O grupo escolheu a produção de cerveja Pale Ale, sendo esta produzida utilizando malte Château Pale Ale, Malte Caramunich e Malte Vienna, sendo na primeira produção de origem alemã e na segunda origem belga. De acordo ao cervejeiro da Cervejaria Escola Sinatra onde foram adquiridos, o malte CaraMunich tem função de incrementar a consistência da cerveja, intensificar o aroma e escurecer a cerveja com tons de vermelho, o malte Vienna tem a função de adocicar a cerveja, suavizar seu gosto e



colori-la com tons de dourado e o malte base para produção o Château Pale Ale produz o sabor típico mais forte e coloração mais escura”.

Este trabalho de escolha do tipo de cerveja foi apresentado em sala de aula através de slides após a palestra de um tecnólogo em gastronomia Lucas Meyer que percorreu o histórico da produção de cerveja, dados da indústria cervejeira no Brasil, dicas de como errar menos na produção caseira e apresentação das instalações da Cervejaria Nacional local onde ele trabalha como tecnólogo e nos recepcionou para visita às instalações onde os grupos entraram em contato direto para conhecer como era realizado o controle do processo. As etapas principais envolviam os controles de temperaturas (preparação do mosto e processo fermentativo). Este profissional tutorou os grupos quanto ao bom andamento no preparo da cerveja caseira.

Para cada grupo ficou designado a realização de uma atividade de preparação de licenças ambientais (LP e LI) de uma cervejaria artesanal produzindo a sua cerveja. Foi delimitada a localização e área para este empreendimento. Estas licenças ambientais deveriam ser de acordo com modelo da Companhia de Tecnologia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB.

Cada grupo apresentou um projeto básico estruturado no artigo 3º da Resolução nº 361/1991 do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA). Além disso, também foi realizada a especificação de materiais necessários para produção de 20 litros de cerveja caseira por grupo.

2.2. A produção de cerveja caseira

Cada grupo com seu tipo de cerveja a produzir tinha em comum efetuar um diagnóstico da quantidade em massa do resíduo sólido gerado bem como o teor de umidade presente no mesmo e a quantidade em volume de efluente gerado após o processo de envase do líquido fermentado (e água de lavagem do fermentador) bem como a caracterização química e físico-química deste. Esta caracterização ocorreu de acordo com levantamentos dos alunos para designação de qual seria o melhor tipo de tratamento biológico a ser realizado no mesmo (o que será alvo do PI VIII do próximo semestre) através dos parâmetros: pH, série de sólidos, DBO_{5,20}, DQO, série nitrogenada e fósforo.

O uso de água de torneira foi estipulado por uma abertura demarcada no registro para conhecer a vazão e o controle do tempo de utilização permitiu a contabilização do volume de água gasto para a elaboração do indicador: Volume de água / Volume de cerveja produzida. A água de torneira foi utilizada como matéria prima, água de resfriamento e água de lavagem.

A temperatura na fase de preparação do mosto foi avaliada a cada 10 minutos para a elaboração do controle estatístico de processo por meio de carta de controle de médias e amplitudes.

Cada grupo realizou duas produções sendo que a segunda foi alvo dos princípios de produção mais limpa: melhorar o indicador obtido através do menor consumo de água (aproveitamento da água de resfriamento e ou sua diminuição), menor geração de resíduos sólidos (menor teor de umidade) e efluentes líquido em menor quantidade (otimização do processo). Para isso houve um intenso trabalho de pesquisa nesta perspectiva pelos alunos.

2.3. As interfaces com as disciplinas

Cada disciplina do semestre desenvolveu abordagens utilizando o tema central do Projeto Interativo VII. A figura 02 mostra a correlação da disciplina de Projeto Interativo com as demais do semestre onde cada uma funciona como base tutorial. Estas disciplinas possuem ementas específicas, mas podem utilizar ou exemplificar suas abordagens no tema central do semestre. Alguns destes temas abordados nesta perspectiva tutorial foram:

- Efluentes Líquidos I: Aspectos legais para lançamento de efluentes, características de efluentes, população equivalente, tecnologia de tratamento anaeróbio – dimensionamento com um estudo de caso;
- Engenharia de Segurança do Trabalho: Normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho com foco no PI VII na NR 04 (Serviço especializado de segurança e medicina do trabalho), NR 05 (Comissão interna de prevenção de acidentes) e NR 6 (Equipamentos de proteção coletiva) e NR 09 (Programa de prevenção de riscos ambientais). Na visita à planta industrial foram realizadas atividades destas normas regulamentadoras;
- Captação, Armazenamento e Tratamento de Água: Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente, Dimensionamento de Estação de tratamento de água com fins de potabilização; Aspectos de desinfecção de águas;
- Ciência e Tecnologia dos Materiais: Especificações técnicas de materiais e equipamentos;
- Linguagem de Programação: Desenvolvimento de linguagens de computação para desenvolvimento de softwares específicos em Controladores de Processos (CLP);
- Planejamento Ambiental: Não houve aderência com o tema por parte do professor que leciona a disciplina;
- Gestão de Recursos Naturais: Não houve aderência com o tema por parte do professor que leciona a disciplina.

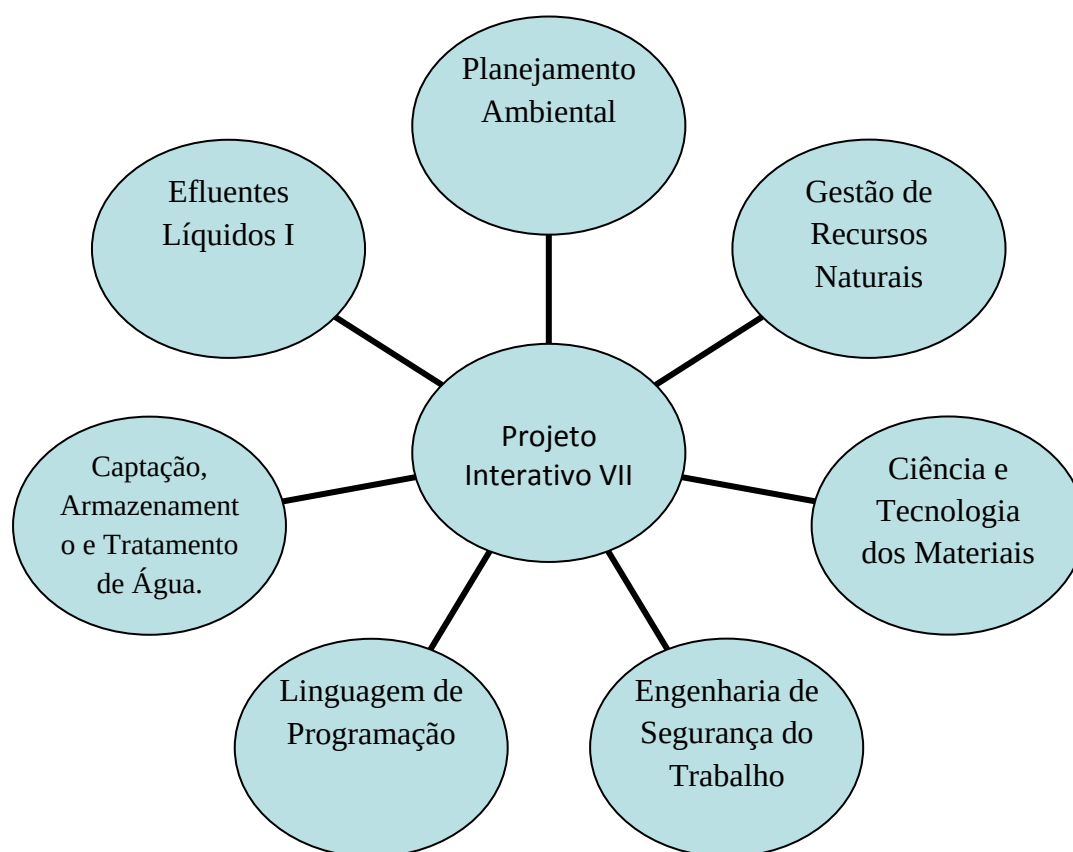


Figura 02 – As disciplinas do semestre como tutores do projeto interativo

3. RESULTADOS OBTIDOS

Através das avaliações houve uma percepção ambiental sobre o processo de fabricação de cerveja e concomitantemente a aderência dos conhecimentos das disciplinas envolvidas. Nota-se que o fato da preparação da cerveja foi bastante empolgante para os mesmos e isso fez um diferencial muito grande face os outros Projetos Interativos já realizados pela mesma turma. Através de conversas com os alunos (inclusive os dos períodos anteriores ao que realizou tal experimentação) percebe-se que todos os alunos almejam chegar logo ao PI VII.

4. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Instrumentos de Reconhecimento de Cursos de Graduação (bacharelado e licenciatura. MEC/CONAES/INEP/DAES, Brasília.

Disponível em:

http://download.inep.gov.br/download/superior/condicoesdeensino/2010/instrumento_reconhecimento_bacharelado_licenciatura3.pdf. Acesso em: 17 Feb. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura, MEC/SEsu, abril, 2010.



CETESB, **Cervejas e Refrigerantes-Série P+L**. São Paulo, 2005.

CETESB. **Licenciamento Ambiental CETESB, 2010**. Disponível em
<<http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb>>. Acesso em 21 de março de 2013.

CLUBEER, 2012. **Cerveja estilo Porter**. Disponível em:
<http://www.clubeer.com.br/blog/o-estilo-porter/> Acesso em: 30 de abril de 2013.

LODAHL, Martin. *Baron Mind: The Monthly Publication of the Beer Barons of Milwaukee*. United States, 2002. Disponível
em: <https://beerbarons.org/publications/bm/2002/bm200208.pdf>

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. *Aprendizagem Baseada em Problemas – PBL: uma experiência no ensino superior*. São Carlos:
EDUFSCar, 2008.

_____. Centro Universitário Senac. Projeto Pedagógico da Graduação, 2012 com
alterações aprovadas no CONSUNI de 27 de junho de 2011



UNIVERSITY STUDENTS LIKE BEER? AN EXPERIENCE REPORT OF PROBLEM BASED LEARNING FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Abstract: *This experience report of problem-based learning is a textualization of the activity in the discipline of Project Interactive seventh semester of Environmental and Sanitary Engineering University SENAC. The questioning took place around a theme very pleased that the university is beer. The problem-based learning has developed hybrid form aided by the disciplines of the application period. Students spent by industrial environments, handmade and homemade beer preparation targeting study was environmental aspects: the generation of solid waste and liquid effluents with principles of cleaner production and process controls for home preparation of beer resulting in the product end.*

Key-words: *Experimentation, Design Interactive, Problem-based learning, Beer*