

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

DESENVOLVIMENTO DA SUSTENTABILIDADE NA USP – EDITAL 2013

CAMPANHA DE CONSCIENTIZAÇÃO RUMO A UMA EEL MAIS SUSTENTÁVEL E TROCA DOS DESTILADORES POR PURIFICADORES DE OSMOSE REVERSA PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA A SER UTILIZADA EM LABORATÓRIOS

Professor Responsável: Domingos Sávio Giordani

Equipe:

Ana Rita Calderaro da Costa; Isabela de Sousa; Leandro Rodrigues de Lima Franco; Liliane Takemoto; Renato Cury Mayoral; Vinicius Eduardo Gomes Silva Ferreira; Yuri Nunes Silva Luz (Alunos do curso de Engenharia de Produção da EEL)

Este projeto é o resultado do trabalho de um grupo de 7 alunos do curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Lorena que, na disciplina Introdução à Engenharia de Produção, foram provocados a produzir um trabalho com resultados práticos para aumentar a sustentabilidade do campus de Lorena, dentro da filosofia do PBL (Project Based Learning), sob a tutoria do professor Domingos Sávio Giordani. O termo sustentabilidade está cada dia mais presente em nosso cotidiano. O projeto Campus Zero tem como objetivo a criação de um campus universitário mais sustentável. A utilização da água foi o foco escolhido para ser estudado mais profundamente e encontrar assim, soluções mais sustentáveis. Além disso, outra preocupação é a conscientização, que será abordada pela sua importância no êxito de qualquer projeto que envolva sustentabilidade. Dentro desse contexto surge a economia de água e energia através da substituição dos destiladores tradicionais pelos purificadores de osmose reversa e métodos eficientes sobre mudança de comportamento objetivando que as pessoas passem a ter atitudes sustentáveis. O estudo comprova através de análise comparativa que a troca de equipamentos proposta é uma solução simples, mas que gera uma grande economia, mas principalmente, mostra através de exemplo pratico que a sustentabilidade pode ser atingida por meio de mudanças simples no dia-a-dia de cada um.

INTRODUÇÃO

Numa década em que sustentabilidade é um tema recorrente, o uso indevido dos recursos naturais precisa ser combatido num Campus. Visto isso, um grupo de alunos de graduação de Engenharia de Produção se empenhou em criar um projeto visando à substituição dos destiladores comuns pelos purificadores de osmose reversa e à implantação de um programa de conscientização visando o uso racional de recursos e campanhas promovendo a sustentabilidade no campus I da Escola de Engenharia de Lorena.

A destilação é um método ou processo físico de separação de uma mistura de líquidos ou de sólidos dissolvidos em seus componentes. Esse processo é caracterizado pelo fato de o vapor formado possuir uma composição diferente do líquido residual. O vapor é condensado e o produto obtido é conhecido como destilado (MARSTERTON e SLOWINSKI, 1997, apud, NICOLAU, c2011)

Os destiladores de água utilizam o processo de destilação no qual despedem enorme quantidade de água limpa para produção de uma pequena quantidade de água destilada. Entretanto esse método é ultrapassado e hoje existem purificadores de água que funcionam por meio do processo de osmose reversa, também denominado osmose inversa.

Este processo ocorre quando duas soluções, com significativas diferenças de concentração em determinados solutos e, portanto, com diferentes níveis de atividade do solvente, são separadas fisicamente por uma membrana semipermeável, fazendo com que o solvente deixe o lado mais diluído e passe através da membrana para o lado mais concentrado, deixando para trás o que nele estava dissolvido. O fluxo cessa ao se atingir o equilíbrio termodinâmico. Nestas condições, a diferença de pressão entre os dois lados da membrana é denominada pressão osmótica. Se for aplicada uma pressão superior à osmótica do lado mais concentrado, um fluxo de solvente no sentido inverso ocorrerá, resultando no final em um processo de concentração equivalente a uma filtração a nível molecular. (MARTINS, 1987, 40p. apud INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA, 1991)

O processo de purificação de água para uso em laboratórios via osmose reversa é bastante vantajoso, tendo em vista que o consumo de água e energia é muito menor.

Entretanto, não basta adotar medidas como essa sem a necessária conscientização da comunidade para o uso racional dos recursos. Assim, a campanha de conscientização que o projeto pretende promover será planejada de modo a provocar a mudança de comportamento dos alunos, docentes e de toda a comunidade da Escola de Engenharia de Lorena (EEL), fazendo com que as mudanças propostas passem a fazer parte dos hábitos de todos eles. Para

fundamentar esse projeto de campanha, serão apresentados neste trabalho métodos eficazes para mudança comportamental, além de um estudo feito em universidades alemãs em que procurou ser observada a melhor maneira para se aplicar a sustentabilidade em uma organização.

2. JUSTIFICATIVA

O desafio deste projeto é tornar o Campus I da EEL o mais sustentável possível, atentando ao valor máximo estipulado. Porém seria inviável criar um projeto de um Campus 100% sustentável por questões tanto financeiras quanto ambientais, já que a substituição de antigos prédios por construções novas seria necessária e isso gera a produção de entulho e demanda elevados recursos financeiros. Além disso, para um prédio totalmente ecológico é necessário implantar determinadas tecnologias que possuem elevados custos sendo às vezes necessária a importação de materiais, o que acaba impossibilitando sua implantação.

Dessa forma, a ideia deste projeto é promover a conscientização para a sustentabilidade no campus com pequenas ações que demandam baixo custo e ampla contribuição na área de ambiental.

Diante disso, foram estudadas questões que poderiam ser aplicadas na EEL, além de terem aplicabilidade em vários outros campi. O foco foi direcionado para o serviço de troca dos destiladores convencionais pelos purificadores de osmose reversa, já que o projeto encontra-se num ambiente em que todos os cursos têm matérias em laboratórios, e portanto, utiliza-se de grande demanda de água destilada para as aulas. Comprova-se que os aparelhos de osmose reversa são muito mais eficientes e vantajosos que os de destilação convencional, pois economizam enorme quantidade de água e de energia, além de o dinheiro investido retornar em pouquíssimo tempo.

No entanto, com as pesquisas durante o projeto, foi notado que é de extrema importância que as pessoas de uma organização que busca a sustentabilidade tenham informações e alinhem suas atitudes de acordo com o que é proposto. Por isso, é proposto um programa para a mudança de comportamento da comunidade da USP. Isso é essencial para o sucesso do projeto, pois forma pessoas ambientalmente educadas, aumentando o interesse por temas e grupos que praticam a sustentabilidade dentro do campus; reparando sua postura em relação ao tema e economizando em diversas áreas, tais como água, energia e vários materiais.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. DESTILADOR CONVENCIONAL X APARELHO DE OSMOSE REVERSA

A produção de água purificada para uso em laboratórios pode ser feita de maneiras diferentes, sendo que as mais comuns são através do destilador convencional e da osmose reversa.

O processo de destilação convencional consiste em aquecer a água, em um recipiente fechado, até que entre em ebulição; esse vapor sofrerá condensação e retornará ao seu estado líquido, totalmente livre de impurezas e de minerais (LAMINO et al., 2010). A Figura 1 ilustra um aparelho comumente utilizado para a destilação em laboratórios:

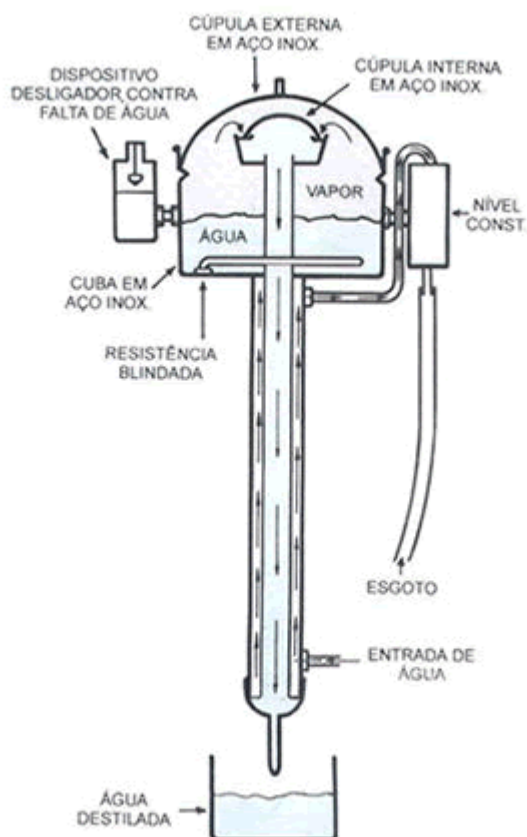


Figura 1 – Aparelho de destilação convencional

(Fonte: DELLTA – Equipamentos para laboratório - Copyright © 2013)

Porém, a demanda de água potável para a produção de 1 litro de água destilada neste aparelho é muito grande; cerca de 60 litros de água potável são utilizados para essa produção, sendo totalmente descartados após o processo, já que é usada apenas para o resfriamento da superfície de condensação.

Já o aparelho de osmose reversa, que tem o mesmo intuito do aparelho convencional, utiliza um processo natural para atingir esse objetivo, no qual duas soluções de concentrações diferentes são separadas por uma membrana semipermeável, mediante a uma pressão maior que a pressão osmótica natural, fazendo com que a membrana permita apenas a passagem da água pura, retendo assim todas os solutos (sais dissolvidos e contaminantes) (HS-OSMOSE REVERSA).

Nesse processo, o desperdício de água é mínimo quando comparado ao outro, já que neste são necessários apenas 3 litros de água potável para a fabricação de 1 litro de água pura. A Figura 2 ilustra um aparelho de osmose reversa e suas respectivas partes:



Figura 2 – Aparelho de Osmose Reversa
(Fonte: QUIMIS – Aparelhos científicos)

3.2. COMPARATIVO ENTRE OS PROCESSOS

No gráfico de consumo de água (gráfico 1), a coluna cinza representa a quantidade de água utilizada pelo aparelho de osmose reversa para a produção de água purificada em 1 ano. A coluna azul representa a quantidade de água utilizada pelo destilador convencional para a produção de água destilada no mesmo período de tempo

A quantidade de água destilada produzida é uma estimativa do seu consumo nos laboratórios do Campus 1 da EEL que ainda utilizam o destilador convencional. São gastos cerca de 1,6 m³ de água destilada por semana nos laboratórios de graduação, sendo necessário 57,6 m³ de água para a sua produção.

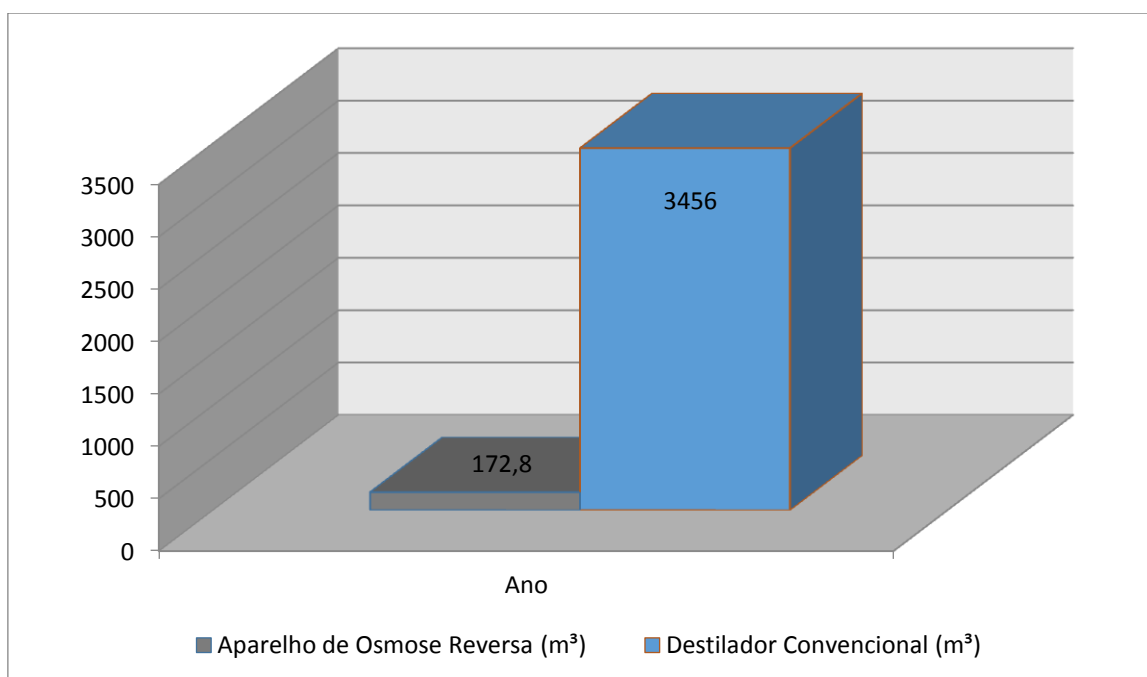


Gráfico 1: Consumo de água para a produção de água purificada em 1 ano

No gráfico de comparação do consumo de energia (Gráfico 2), as colunas de cor azul representam os gastos de energia com o destilador convencional, e as de cor laranja representam os gastos de energia pelo purificador por osmose reversa.

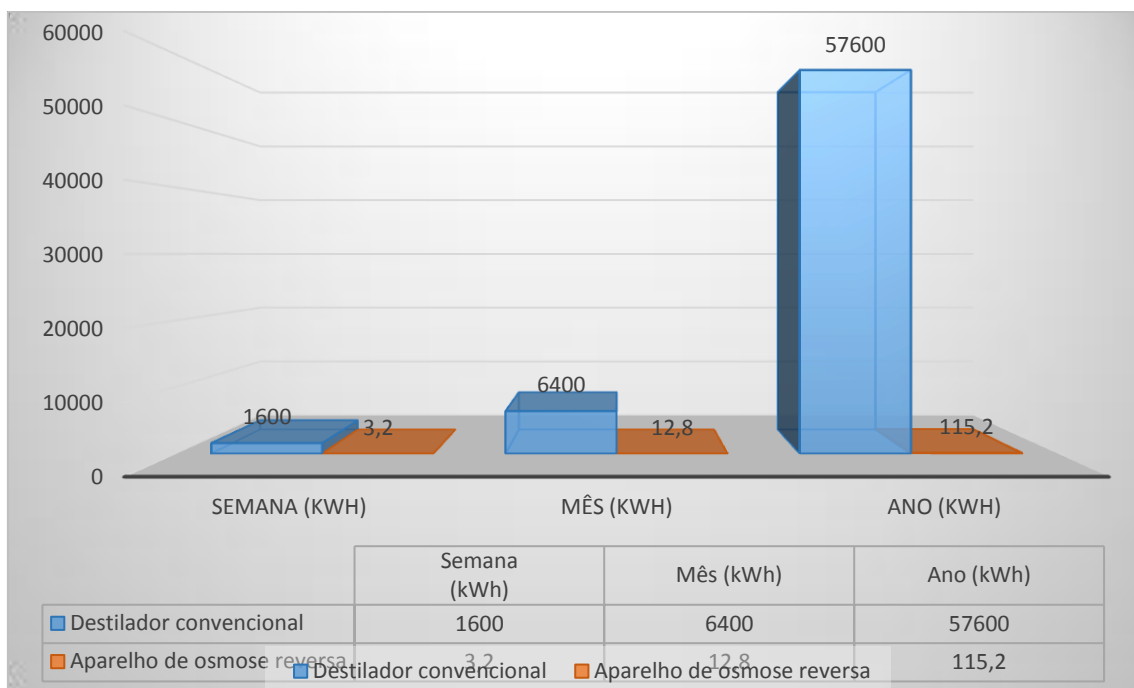


Gráfico 2: Comparação de consumo de energia entre o destilador convencional e o purificador por osmose reversa (em kWh)

3.3. IMPLANTAÇÃO DOS APARELHOS DE OSMOSE REVERSA NO CAMPUS I DA ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA - USP

Com os dados fornecidos acima, foi possível fazer uma estimativa de quantos aparelhos de osmose reversa atenderiam à demanda de água para uso em laboratório. Chegou-se à conclusão de que a instalação de dois purificadores, com capacidade de produzir 10 L de água purificada¹ por hora, atenderiam à demanda, sendo a média de preço de mercado para a instalação do aparelho de osmose reversa de dois mil reais (R\$2000,00).

De acordo com a conta de energia do campus no mês de março, o gasto médio foi de R\$ 0,244569 por kWh. Tomando esse valor como base, foi possível calcular a economia por dia, em reais, e estimar que em apenas 71,7 dias, ou seja, aproximadamente dois meses e doze o dinheiro investido nos purificadores seria recuperado. Isto considerando apenas a energia gasta diretamente pelos destiladores, ou seja, sem levar em conta a energia gasta pelas bombas para levar toda a água necessária do poço artesiano aos laboratórios.

¹ Tanto a água purificada quanto a água destilada servem para uso em laboratório

3.4. CONSCIENTIZAÇÃO

Sendo a Universidade uma instituição pluridisciplinar de formação dos quadros de profissionais de nível superior, de pesquisa, de extensão e de domínio e cultivo do saber humano (ART.52º, 1996), a educação ambiental, tem que objetivar manter o ambiente e o modo de vida de todos os seres vivos em equilíbrio, reconhecendo as limitações e potencialidades do ambiente para o desenvolvimento das atividades humanas, baseadas em sustentabilidade ambiental.

Dessa forma, como em todo projeto para implementar a sustentabilidade, apenas investimentos em soluções técnicas a fim de melhorar os índices de sustentabilidade ambiental não são suficientes. Ou seja, é preciso ir além da parte material do projeto. Também é necessária a comunicação com as pessoas a fim de sensibilizá-las em aspectos sobre sustentabilidade.

A princípio, conscientização remete à ideia já desgastada de apenas colar cartazes pelo campus ou placas com lembretes de “apague a luz”, por exemplo. No entanto, somente isso não muda o comportamento das pessoas, não atingindo o objetivo do projeto. Sendo assim, métodos e ferramentas para mudança comportamental foram estudados, analisados e são propostos.

Na Psicologia, o behaviorismo radical é a base filosófica da análise comportamental. Segundo Skinner (1969, 2003), psicólogo americano e postulador da área, o reforço positivo se dá quando se quer conseguir algo, enquanto o reforço negativo consiste em evitar um acontecimento. O comportamento é mantido pelo reforço, sendo ele uma atitude ou algo que mobilize a pessoa a ter/manter o comportamento. Dessa forma, o comportamento da comunidade *uspiana* de Lorena deverá ser modificado de forma que, através do reforço negativo para evitar os desperdícios, as pessoas passem a ter os comportamentos indicados para este fim. Se a comunidade da EEL (alunos, docentes e funcionários) tomar consciência de que a partir de ações, que devem ser cotidianas, o desperdício no campus será reduzido e perceberem a consequência como algo positivo, o objetivo será alcançado. Além disso, os benefícios imediatos, como mostrar que ações pequenas levam a grandes resultados, serão passados às pessoas, isso estimula ações imediatas. Se o público se sentir bem tendo alguma atitude específica, então estará sendo reforçado positivamente a fim de conseguir esse bem-estar. Outro ponto é que, através de palestras e outras formas de divulgação, a comunidade deve ser incentivada a participar de ONGs ou outros grupos que pratiquem a sustentabilidade,

seja ela qualquer parte da definição de Sachs (2000)². Tendo contato direto com situações e práticas sustentáveis e estando no meio de pessoas que vivem dessa maneira e conhecem seus benefícios, as pessoas se sentem mais motivadas a agirem de tal forma.

Um dos métodos usados para atingir a população da USP Lorena será o marketing social,

“Uma estratégia de mudança de comportamento. Ele combina os melhores elementos das abordagens tradicionais da mudança social num esquema integrado de planejamento e ação, além de aproveitar os avanços na tecnologia das comunicações e na capacidade do marketing[...]” (KOTLER, 1992, p.25).

Exemplo dessa ferramenta é a ação chamada “ticket de espera”, tomada pela Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. A campanha consistia em trocar as senhas usuais de filas de supermercados e padarias da cidade por senhas com o número de espera para receber órgãos ou tecidos como fígado, rim e córnea. O números eram altíssimos e causavam espanto, quando liam a seguinte mensagem: “Esta seria sua posição se você estivesse na fila para receber um órgão. Seja doador de órgãos. Comunique sua família. Evite filas. Doe órgãos”. Desse modo, o projeto visa fazer o público refletir e entender os efeitos acerca de atitudes não sustentáveis, estimulando a mudar seu comportamento diante de situações que exijam isso. O plano fundamental é fazer com que o público compre a ideia e transforme isso em hábitos, ações costumeiras.

Segundo uma pesquisa realizada em universidades alemãs, mesmo que atividades sustentáveis façam parte da rotina de uma escola, o principal desafio é manter o compromisso da organização ao longo do tempo, apesar da mudança da população. A pesquisa ainda diz que uma combinação entre ações fáceis de serem implantadas a curto prazo e projetos mais

² *Sustentabilidade Social* - melhoria da qualidade de vida da população, equidade na distribuição de renda e de diminuição das diferenças sociais, com participação e organização popular;
Sustentabilidade Econômica - públicos e privados, regularização do fluxo desses investimentos, compatibilidade entre padrões de produção e consumo, equilíbrio de balanço de pagamento, acesso à ciência e tecnologia;
Sustentabilidade Ecológica - o uso dos recursos naturais deve minimizar danos aos sistemas de sustentação da vida: redução dos resíduos tóxicos e da poluição, reciclagem de materiais e energia, conservação, tecnologias limpas e de maior eficiência e regras para uma adequada proteção ambiental;
Sustentabilidade Cultural - respeito aos diferentes valores entre os povos e incentivo a processos de mudança que acolham as especificidades locais;
Sustentabilidade Espacial - equilíbrio entre o rural e o urbano, equilíbrio de migrações, desconcentração das metrópoles, adoção de práticas agrícolas mais inteligentes e não agressivas à saúde e ao ambiente, manejo sustentado das florestas e industrialização descentralizada;
Sustentabilidade Política - no caso do Brasil, a evolução da democracia representativa para sistemas descentralizados e participativos, construção de espaços públicos comunitários, maior autonomia dos governos locais e descentralização da gestão de recursos;
Sustentabilidade Ambiental - conservação geográfica, equilíbrio de ecossistemas, erradicação da pobreza e da exclusão, respeito aos direitos humanos e integração social. Abarca todas as dimensões anteriores através de processos complexos.

ambiciosos de longo prazo mostrou-se bastante promissora. Além disso, em todas as organizações bem sucedidas na implementação de questões de sustentabilidade, estruturas internas foram muito importantes e, mesmo que um processo seja conduzido principalmente pela administração como uma responsabilidade organizacional, é de extrema importância ter estudantes adeptos, pois influencia fortemente no grau de implementação. (BARTH, 2013).

Diante disso, a proposta é a contratação de 6 bolsistas, alunos da EEL, para exercerem a função de criar campanhas, fazer divulgação e utilizarem-se das mídias sociais como elementos que ajudem a implantar e a manter a sustentabilidade dentro da USP de Lorena. O trabalho será remunerado através de bolsas de R\$ 400,00 por mês, durante um ano nos moldes do programa Aprender com Extensão, tendo como obrigações apresentar projetos à administração do campus e buscar seu apoio, levando a estrutura administrativa interna, juntamente com os alunos, a buscarem práticas sustentáveis.

Então, o gasto nessa parte do projeto será de R\$ 28.800,00 com a contratação de estagiários e estima-se mais R\$ 17.000,00 para materiais e gastos da campanha, como palestras, eventos de sustentabilidade, cursos, campanhas visuais, produção de curtas-metragens para um ano de projeto.

4. RESULTADOS ESPERADOS

Com o aprofundamento das pesquisas neste projeto, percebeu-se que, sem uma política do tipo top-bottom, ou seja, que venha de cima, não é viável e nem possível a criação ou adaptação de um campus inteiro a fim de torná-lo 100% sustentável. Porém com algumas ações e incentivos à sustentabilidade, é possível adequá-lo de forma que se torne mais ecologicamente responsável.

Analisando diferentes estudos e tomando como base exemplos de outros campi, é possível dizer que a substituição dos destiladores convencionais pelo processo de osmose reversa e os processos de implementação de conscientização surtirão resultados significativos para o projeto Campus de Lorena, assim, espera-se uma economia de até 34.387.200 L de água e 57.484,8 kWh de energia em um ano, além da economia obtida através da mudança de postura de toda a organização.

Em relação à substituição dos destiladores, foi demonstrado por meio de tabelas e gráficos que o processo de osmose reversa é mais eficiente que os destiladores convencionais por serem mais econômicos tanto no consumo de energia quanto no gasto de água, desta forma, espera-se que, em aproximadamente dois meses e doze dias, o dinheiro investido na instalação de dois purificadores por osmose reversa seja recuperado.

No âmbito da conscientização, argumenta-se que, para se atingir êxito, não bastaria apenas investir soluções técnicas. É necessário equilibrar com a educação ambiental de toda a comunidade. Para isso, serão utilizadas ferramentas para mudança de comportamento utilizadas com sucesso em universidades alemãs, juntamente com o envolvimento direto de alunos no trabalho, o que aumenta grandemente o envolvimento da comunidade como um todo.

Assim, ao fim de um ano de projeto, espera-se ter uma EEL mais sustentável em sua conduta e uma comunidade mais preocupada com questões ambientais, de forma a atender aos objetivos do edital que motivou os alunos a mergulharem no trabalho que resultou neste projeto.

5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Ação	2014			
	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre
Implementação das bolsas	X			
Troca dos destiladores	X			
Avaliação da economia gerada		X		X
Planejamento de ações de conscientização	X			
Realização de Seminários	X	X	X	X
Realização de palestras dos alunos para os alunos	X	X	X	X
Realização de workshops para desenvolvimento de habilidades transversais que levem à atitudes sustentáveis		X	X	
Confecção e apresentação de relatórios		X		X

6. ORÇAMENTO

ITENS A SEREM FINANCIADOS	VALOR (R\$)
Serviço de instalação dos purificadores de osmose reversa	4.000,00
Bolsas para estagiários	28.800,00
Materiais para campanha	15.000,00
Total	47.800,00

REFERÊNCIAS

ART. 52º - **Lei de Diretrizes de Bases da educação nacional** – Lei nº 9.394, Brasília, 1996.

Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>> Acessado em: 13 Jun. 2013

DELTA – **Equipamentos para Laboratório** - Copyright © 2013. Disponível em:

<http://www.dellta.com.br/index.php?route=product/product&product_id=351> Acessado em: 11 jun. 2013

HS- Osmose Reversa – **Tratamento de água, sistemas de osmose reversa, equipamentos dessalinizadores.** Disponível em: <<http://www.hsosmosereversa.com.br/osmose-reversa.php>> Acessado em: 11 jun. 2013

KOTLER, Philip e ROBERTO, Eduardo, **Marketing Social: Estratégias Para Alterar o Comportamento Público**, Rio de Janeiro, Campus, 1a. ed., 1992, p. 25

LAMINO, A.D.O et al. Destilador de Água em Vidro. **Projetos, Manutenção e Operação de Equipamentos Médico-Hospitalares**, Sorocaba, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAe8EQAB/destilador>> Acessado em: 11 jun. 2013

MARSTERTON E SLOWINSKI, **Dessalinização**, 1997

MARTINS, J.V.B. **Perspectiva de desenvolvimento no Brasil de alguns polímeros especiais.** (1ª: processos com membranas). Rio de Janeiro, 1987. 40p. (Relatório de consultoria da Comissão de Novos Materiais)

Matthias Barth, (2013) "**Many roads lead to sustainability: a process-oriented analysis of change in higher education**", International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 14 Iss: 2, pp.160 – 175

NICOLAU. **Produção de água a bordo de navios e plataformas**, Rio de Janeiro, c2011. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/capi/TaynaFreitas.pdf>>. Acessado em: 13 jun. 2013

QUIMIS – **Aparelhos científicos**, 2013. Disponível em: <<http://www.quimis.com.br/produtos.php?cat=1&sub=63&prod=139>> Acessado em: 11 jun. 2013

SACHS, IGNACY. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SKINNER, B. F. **Contingencies of Reinforcement: A Theoretical Analysis**, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1969. p.180.

SKINNER, B. F. **Ciência e comportamento humano**, 11 ed, 2003

UNICAMP, Universidade de Campinas, **Prêmio Unicamp de Gestão Ambiental**. Campinas, São Paulo. 2008. Disponível em: <<http://www.cgu.unicamp.br/gestaoambiental/premiogestaoambiental/Uso-sustentavel-recursos-hidrico-e-energetico-do-IQ.pdf>> Acessado em: 11 jun. 2013