



# Universidade de São Paulo Faculdade de Odontologia de Bauru

---

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Ações conjuntas no campus de Bauru: Projetos de levantamento de demanda de resíduos, conscientização/educação da população interna do campus e redução/descarte do formol.**

Projeto apresentado à Superintendência de Gestão Ambiental: **Desenvolvimento da Sustentabilidade na USP. Edital 2013.**

**Responsável:** Prof. Dr. Rodrigo Cardoso de Oliveira, FOB/USP

**Equipe:** Profs. Drs. Marília Afonso Rabelo Buzalaf; Antonio de Castro Rodrigues; Jesus Carlos Andreo; Rogério Leone Buchaim; Ana Carolina Magalhães, FOB/USP

**Alunos:** Dra. Flávia Godoy Iano; César Augusto S. Valle; Aline Salgado Dionizio, FOB/USP

**Equipe Técnica:** Eng. Simone B.J. Simonelli; Denise M. Regiane; Romário Moisés de Arruda; André Luis Shinohara e Ovídio dos Santos Sobrinho – FOB/USP

**BAURU**

**2013**

## RESUMO

O “USP Recicla” foi lançado para a comunidade universitária em agosto de 1994, após troca de idéias e planejamento, a respeito da preservação ambiental, no âmbito acadêmico e comunitário, e sobre questões relacionadas aos resíduos sólidos gerados pela comunidade, numa estreita conexão entre os processos naturais de degradação ambiental e os modos sociais de uso dos recursos naturais. Seguindo as orientações sobre a questão dos resíduos gerados, no ano de 2003, a Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) inaugurou o seu primeiro Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ), o qual serviu para recuperação e tratamento de resíduos proveniente da mesma e do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC ou Centrinho). Devido a um aumento significativo na demanda desses materiais, tornou-se necessário a construção de um novo laboratório, cujas obras foram recentemente concluídas. Nesse sentido, o campus de Bauru tem procurado encontrar soluções, além das citadas anteriormente, para os resíduos gerados/produzidos dentro da unidade, bem como educar/conscientizar os sevidores docentes, não docentes e alunos sobre o consumo, desperdício e cidadania. Nosso projeto envolve três subprojetos desenvolvidos por diferentes equipes com o mesmo objetivo geral: educar a população interna do campus e tratar os resíduos gerados. No **primeiro subprojeto** será realizado um levantamento qualitativo e quantitativo sobre os resíduos gerados no campus, em paralelo com a conscientização dos entrevistados. No **segundo subprojeto** será feita uma proposta para aprimorar a técnica de impregnação salina em peças anatômicas inicialmente pré-fixadas em formol, visando a substituição do formol a longo prazo. No **terceiro subprojeto**, é apresentada uma proposta para o tratamento e descarte adequado do formol utilizado no campus. **Palavras-chave:** Resíduos Perigosos, Laboratório de Resíduos Químicos, Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB).

## 1- INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

### Subprojeto 1

Atualmente, com o aquecimento global comprovado, tem ocorrido um crescente interesse na prevenção ambiental e desenvolvimento sustentável. Isto decorre do fato de que a reciclagem ou reutilização de resíduos se constitui numa importante metodologia para a utilização destes como matérias primas alternativas nos diversos setores, além de preservar o meio ambiente (MANHÃES et al., 2008).

Na Década de 1970 as universidades começaram timidamente a implantar programas de gerenciamento de resíduos (ALBERGUINI et al., 2005). Por meio de estudos realizados

(VESILIND et al., 2011) foram identificados mais de 50.000 substâncias químicas classificadas como resíduos perigosos.

Resíduo perigoso é definido pela EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) como qualquer resíduo que em razão da sua quantidade, concentração, características físicas, químicas ou infecciosas, pode causar ou contribuir consideravelmente para o aumento na mortalidade, provocar um aumento no número de casos de doenças graves irreversíveis ou incapacitantes reversíveis, ou ainda representar um risco substancial atual ou potencial à saúde humana e ao meio ambiente quando tratada, armazenada, transportada, descartada ou gerenciada de forma inadequada. Os resíduos podem ser classificados de acordo com uma das seguintes características: inflamabilidade, reatividade, corrosividade e toxicidade (VESILIND et al., 2011).

O gerenciamento dos resíduos depende de vários fatores, dentre os quais devem ser ressaltados: a forma de geração, o acondicionamento na fonte geradora, coleta, transporte, processamento, recuperação e a disposição final (ALBERGUINI et al., 2005).

Em 2003, a ANVISA implantou um novo tipo de classificação de resíduos, instaurando a obrigatoriedade de empresas e laboratórios a gerenciarem os seus próprios resíduos, devendo ser reutilizados ou encaminhados para tratamento. Empresas que desrespeitam esta resolução podem ser enquadradas na lei de Crimes Ambientais (Nº 9.605 de 12/2/1998) com penalidade civil, multa, podendo até serem fechadas sob a alegação de impactos ambientais, levando o dirigente a responder criminalmente. Outra lei (Nº 6.938 de 17/01/1981) define que o poluidor é obrigado a indenizar danos ambientais que causar, independentemente da culpa e que o Ministério Público pode propor ações de responsabilidade civil por danos ao meio ambiente, impondo ao poluidor a obrigação de recuperar e/ou indenizar prejuízos causados.

Visando atender às leis e exigências da ANVISA, a FOB em 2003, investiu cerca de R\$ 20 mil, recursos provenientes da Pró-Reitoria de Pesquisa da USP e da diretoria da Unidade, em seu primeiro Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ), lotado nas dependências do Departamento Ciências Biológicas/Bioquímica. Foram iniciados o tratamento e a reutilização de resíduos gerados na FOB, Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC) e Prefeitura do Campus USP de Bauru (PUSP-B), sendo tratados os resíduos de amálgama, com recuperação de mercúrio (IANO et al., 2008) e prata (PEREIRA et al., 2010), além de xilol e álcool etílico.

Devido ao aumento da demanda e de novos resíduos químicos gerados, houve a necessidade da construção de um novo laboratório, com capacidade ampliada, capaz de atender aos demais resíduos gerados na FOB, HRAC, Prefeitura do Campus USP de Bauru, além de cirurgões-dentistas associados à OdontoPrev (convênio firmado com a FOB desde 2004).

Dessa maneira, o primeiro passo no sentido de aprimorar o fluxo de trabalho no novo prédio do LRQ seria um levantamento qualitativo e quantitativo dos resíduos químicos gerados na FOB, HRAC e PUSP-B. Em paralelo ao levantamento, também seria possível estabelecer um “diagnóstico” do conhecimento e ação da população do campus, em relação aos 3 Rs (reduzir, reutilizar e reciclar), culminando com palestras educativas no sentido de conscientizar o público interno sobre a importância e alternativas para a conservação de recursos naturais e para o uso racional de recursos na Universidade, como água, energia, materiais, entre outros, bem como com a confecção de um manual sobre o uso racional dos recursos e gerenciamento de resíduos a ser utilizado no nosso campus.

### **Subprojeto 2 e 3**

Entre os diversos resíduos gerados na FOB, um deles merece destaque pela quantidade (demanda) utilizada e pelos seus efeitos prejudiciais a saúde: o formol ou formalina.

O formaldeído é um gás produzido mundialmente, em grande escala, a partir do metanol. Em sua forma líquida (misturado à água e álcool) é chamado de formalina ou formol – solução aquosa: 37 a 50% de formaldeído e 6-15% de álcool que tem função de estabilizante (IARC, 2004; OSHA, 2002). O formol é um composto orgânico, muito utilizado em diversos setores, sendo como produto ou como intermediário, por exemplo, em indústrias de madeiras, papel e celulose; em abrasivos, plásticos, esmaltes sintéticos, tintas e vernizes; na indústria têxtil e de fundição; em adesivos, isolantes elétricos, lonas de freio, laboratórios de anatomia, na embalsamação de peças anatômicas e em laboratórios de análise anatomo-patológicas e histologia.

No passado, as medidas dos níveis de exposição ao formol chegavam a ser de 2-5 ppm. Um grupo bastante exposto é o de professores, técnicos e estudantes da área de saúde que manipulam espécies biológicas conservadas com formol ou formalina (OSHA, 2002).

O Departamento de Segurança Ocupacional e Administração de Saúde dos Estados Unidos (OSHA, 2002) estabeleceu normas com o objetivo de proteger os trabalhadores expostos ao formol. O limite máximo permitido para o formol nos locais de trabalho é de 0,75 ppm em 8 h. Um segundo limite é de 2 ppm para exposições curtas de 15 minutos. No Brasil, o patamar de exposição ocupacional é de 1,6 ppm ( $2\text{g/m}^3$ ) até 48 h/semana (NR – 15, 1978- Portaria 3214; IARC, 2002).

Algumas partes do corpo que são preservadas são também cauterizadas e seladas com compostos que contêm formaldeído em pó. A concentração de formol no ar durante o processo depende do conteúdo do fluido, o tipo de corpo, ventilação e processo de trabalho. Estudos têm medido os níveis nas áreas em torno das mesas de dissecação e tem encontrado concentrações >

1,2 mg/m<sup>3</sup>. A concentração média é de aproximadamente 1 ppm (1,2 mg/m<sup>3</sup>). (IARC, 2006) (Tabela 1).

**Tabela 1:** Relação entre concentração do formol, tempo de exposição e efeitos.

Média de concentração	Tempo médio	Efeitos à saúde na população geral
0,8 - 1 ppm	Exposições repetidas	percepção olfativa
até 2 ppm	Única ou repetida exposição	irritante aos olhos, nariz e garganta
3 – 5 ppm	30 minutos	lacrimação e intolerância por algumas pessoas
10 – 20 ppm	Tempo não especificado	dificuldade na respiração e forte lacrimação
25 – 50 ppm	Tempo não especificado	edema pulmonar, pneumonia, perigo de morte
50 – 100 ppm	Tempo não especificado	pode causar a morte

**Fonte:** Adaptado World Health Organization (1989); IARC (1995); WHO Regional Office for Europe (1987).

Outra grande preocupação com este produto é quando se torna um efluente e pode contaminar o meio, principalmente o solo. Vários pesquisadores em todo o mundo têm voltado suas energias na busca de uma solução para este problema. Aqui no Brasil, na USP de Ribeirão Preto, a Profa. Dra. Sonia Valle Walter Borges de Oliveira, da Faculdade de Economia, vem realizando estudos visando reduzir o formol a índices menores que 70% por meio de um reator anaeróbio horizontal de leito fixo, tornando o produto adequado para descarte no esgoto comum (OLIVEIRA et al., 2004). A pesquisadora ressalta ainda o desperdício de água potável necessário à lavagem das peças anatômicas para poderem ser utilizadas nas aulas práticas de anatomia. Tais peças precisam ficar sob água corrente para a retirada do excesso de formol por pelo menos 24 h. O custo na fabricação do reator é em média de R\$ 45.000,00 (quarenta e cinco mil reais).

Levando-se em conta todas as dificuldades na resolução deste problema, uma das propostas deste projeto é testar um método alternativo de impregnação salina para a manutenção de peças anatômicas previamente fixadas em formol, levando assim à diminuição do seu uso e consequentemente redução dos riscos.

Como finalização do ciclo de substituição do formol pela solução salina e opção para as metodologias que não possam dispensar o seu uso, sugerimos um tratamento para a neutralização do formol e seu descarte seguro com redução dos riscos.

## **2. INTEGRAÇÃO E CARÁTER COOPERATIVO DA PROPOSTA**

Este projeto reflete a interação de diferentes grupos dentro de nossa unidade visando ações de educação e conscientização, levantamento da demanda de resíduos, substituição e

tratamento do formol utilizado na unidade. A estratégia traçada neste projeto envolve a união de diferentes docentes, técnicos/funcionários e alunos (pós-graduação e graduação). O grupo do laboratório de Bioquímica da FOB (Profs. Marília Afonso Rabelo Buzalaf e Rodrigo Cardoso de Oliveira) há vários anos tem coordenado o Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ) e desenvolvendo competência na recuperação de resíduos. Os professores da disciplina de Anatomia (Profs. Antonio de Castro Rodrigues; Jesus Carlos Andreo e Rogério Leone Buchaim) estão pesquisando e viabilizando uma metodologia para substituição do formol por solução salina. Enquanto a Profa. Dra. Ana Carolina Magalhães, coordenadora da Comissão Local do Programa “USP Recicla” Bauru, conta com profissionais de diferentes áreas do conhecimento e alunos, que compartilham suas diferentes experiências profissionais e pessoais. O grupo é coeso, porque todos estão preocupados em contribuir com a melhoria das condições socioambientais da Unidade e com a construção de uma nova cultura a partir da educação.

O grupo também é composto por técnicos (Romário Moisés de Arruda; André Luis Shinohara e Ovídio dos Santos Sobrinho do Depto. de Ciências Biológicas), funcionários administrativos (Eng. Simone B.J. Simonelli; Denise M. Regiane) e alunos de pós-graduação (Flávia G. Iano) e graduação (Aline S. Dionizio e César A. S. Valle), além de um aluno de graduação que será selecionado como bolsista.

### **3. OBJETIVOS**

Realizar um levantamento quantitativo e qualitativo sobre atitudes ambientalmente corretas e dos resíduos perigosos gerados no Campus USP-Bauru, bem como seu modo atual de manuseio pelos responsáveis e possibilitar palestras educacionais aos funcionários, docentes e alunos. Promover a substituição do formol na manutenção de peças anatômicas e sua neutralização e descarte adequado.

#### **Especificamente pretendemos:**

##### **Subprojeto 1**

-Realizar um levantamento qualitativo e quantitativo dos resíduos químicos gerados na no campus de Bauru visando melhor aproveitamento e investimento no novo prédio do LRQ;

-Diagnosticar atitudes ambientalmente corretas, considerando os 3 Rs, dos funcionários e docentes da Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB), Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC) e Prefeitura do Campus USP de Bauru (PUSP-B)

-Promover palestras educativas, no âmbito coletivo, que serão realizadas pela Comissão do USP Recicla, com vistas à conscientizar o público interno sobre a importância e alternativas para a conservação de recursos naturais e para o uso racional de recursos na Universidade, como água, energia e materiais.

-Elaborar um manual sobre uso racional dos recursos e gestão de resíduos no campus da USP de Bauru.

### **Subprojeto 2**

-Propor um método alternativo de impregnação salina para a manutenção de peças anatômicas previamente fixadas em formol.

### **Subprojeto 3**

-Padronizar uma metodologia de tratamento do formol e descarte adequado do mesmo.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **Subprojeto 1**

Todos os funcionários e docentes (375 servidores) do campus de Bauru, incluindo Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB), Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC) e Prefeitura do Campus USP de Bauru (PUSP-B), farão parte da amostra entrevistada e educada. Adicionalmente, incluiremos os funcionários da limpeza terceirizada da FOB e da PUSP-B, como um grupo amostral diferenciado. Alunos de graduação e pós-graduação bem como pacientes não serão inclusos no trabalho.

#### *Aplicação do 1º questionário e análise dos dados*

As entrevistas serão realizadas semanalmente por um aluno de graduação bolsista, por setor, na seguinte sequência: FOB, HRAC e PUSP-B. Os funcionários responderão a um questionário contendo 19 questões, de forma individual, as quais abordarão conhecimento e condutas socioambientais corretas dentro do Campus de Bauru respaldadas pelos 3 Rs, conforme descrito em anexo (**ANEXO 1**). Considerando que não temos educador ambiental no campus, a participação dos alunos juntamente à Comissão USP Recicla neste processo é essencial para o alcance dos objetivos do programa (educar visando à sustentabilidade e conduzir a Universidade para tornar-se modelo de sustentabilidade).

Com base nos resultados apontados no questionário, o aluno bolsista auxiliará na resolução de questões pontuais de cada setor, como na organização de palestras educativas, no âmbito coletivo, que serão realizadas pela Comissão do USP Recicla, com vistas à conscientizar o público interno sobre a importância e alternativas para a conservação de recursos naturais e para o uso racional de recursos na Universidade, como água, energia e materiais. Um manual sobre educação ambiental online estará disponível ao final do projeto.

#### *Aplicação do 2º questionário e análise dos dados*

O questionário que será utilizado nessa etapa (**ANEXO 2**) foi inicialmente elaborado pela Engenheira Simone Berriel Joaquim Simonelli, da FOB-USP, em uma pesquisa realizada no ano 2000 no campus, para fins de maiores conhecimentos no assunto. Com base nestes documentos

formulou-se um novo questionário com o auxílio dos colaboradores do projeto e de uma visita realizada no LRQ (laboratório de resíduos químicos) da USP de São Carlos. Este contém questões abertas e fechadas. As questões abertas têm a intenção de permitir que o respondente utilize suas próprias palavras com maior liberdade e as questões fechadas são objetivas e fáceis de tabular e analisar. Muitas das questões refletem o dia-a-dia dos locais e aspectos ligados ao cotidiano das rotinas que podem ser avaliados para subsidiar ações futuras. O questionário será aplicado pelos alunos Aline S. Dionizio e César Augusto S. Valle, na forma de entrevista, aos responsáveis (ou pessoas por eles designadas) pelas clínicas, laboratórios ou setores da Faculdade de Odontologia de Bauru.

Ao final da aplicação do questionário será realizada, com o auxílio de programas computacionais, a análise e a tabulação dos resultados. Com eles, poderão ser elaborados gráficos para facilitar a análise dos mesmos, para assim facilitar a identificação dos tipos de resíduos perigosos e em qual quantidade são produzidos. Ao final do trabalho será elaborado um manual de gestão de resíduos, a ser utilizado no nosso campus.

Esses dados serão bastante importantes para a implantação de programa de recuperação de resíduos, identificando as principais necessidades e demandas do campus de Bauru, além de permitir a divulgação de informações para os locais/laboratórios “geradores” dos resíduos.

## **Subprojeto 2**

Tendo em vista que nosso primeiro contato com a possível técnica foi feito em Congresso (trabalho apresentado sob a forma de pôster) e que nada existe na literatura sobre o assunto, todo o projeto está embasado numa visita inicial (mediante carta convite) ao Departamento de Anatomia do Instituto e Ciências Biomédicas de Abel Salazar (ICBAS) da Universidade do Porto, Portugal. Tal visita possibilitará uma visão *in loco* de todos os passos na preparação e produção da solução, equipamentos envolvidos e seus custos bem como o tempo de preparo. Além disso, conforme preconizado por seus idealizadores existe a possibilidade de perfusão de cadáveres com uma solução salina mais concentrada e assim a eliminação total do uso de formol. Variações na pressão de perfusão e principalmente na dissolução do sal (NaCl) são de importância fundamental no sucesso dessa nova técnica.

A perfusão de animais de laboratório (cães, coelhos, etc), num primeiro momento, será via vascular com cloreto de sódio a 20%, durante 48 horas e a uma pressão de 0,1 bar utilizando-se de uma bomba equipada com um manômetro de baixa pressão. Ensaios futuros deverão ser realizados para cadáveres de maior peso levando-se em conta os protocolos de sucesso feitos em cães e coelhos. Em todos os ensaios serão realizados estudos de microscopia óptica (MO) e eletrônica de transmissão (MET) para observação de diferentes tecidos e sua integridade



comparadas aos grupos controle (fixados e mantidos em solução de formol). Os fragmentos de tecidos que se destinarem à técnica de MET serão processados seguindo as normas do Centro de Microscopia Eletrônica do IB/Unesp de Botucatu. Os resultados das observações serão comparados aos grupos controle no tocante às características morfológicas gerais e morfométricas. Para obtenção dos referidos dados (áreas, diâmetros, espessuras etc), será utilizado o laboratório de morfometria da disciplina de Anatomia da FOB/USP.

### **Subprojeto 3**

Todos os procedimentos que serão realizados no presente trabalho, ocorrerão nas dependências dos campus USP-Bauru (Faculdade de Odontologia de Bauru).

#### Caracterização e Quantificação das soluções presentes nos tanques contendo formol

A principal etapa do trabalho concentra-se na caracterização das soluções a serem descartadas. Serão utilizados tanques com formol, contendo peças anatômicas de humanos, confeccionados em diferentes épocas.

As amostras serão coletadas diretamente dos tanques, cerca de 20 cm abaixo da superfície, a fim de não alcançar resíduos do fundo (LIMBERGER, 2011).

Durante os procedimentos serão utilizados EPI's (máscara apropriada, óculos, jaleco, etc.) e ambiente ventilado, as amostras serão armazenadas em garrafas de polietileno e mantidas sob refrigeração.

Serão realizadas análises físico-químicas para: pH, DQO (Demanda Química de Oxigênio), sólidos totais e formol, e análises microbiológicas.

#### pH

O pH das amostras será determinado através da leitura direta em pHmetro, calibrado com tampões de pH 4,0 e 7,0. Caso ocorra variação de pH a solução será tamponada a fim de atingir-se a neutralidade. Limberger (2011) sugere que seja utilizada uma solução tampão com 4,0 g de monohidratado ácido de fosfato sódico e 6,5 g de fosfato dissódico anidro por litro de solução.

#### DQO

A DQO é definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar os componentes de uma amostra que sejam oxidáveis por um agente oxidante forte como o dicromato de potássio. A demanda química de oxigênio (DQO) será realizada segundo o método de refluxo.

#### Matérias e equipamentos utilizados na análise para DQO (Medeiros, 2002)

##### a) Equipamentos

- Espectrofotômetro ( $\lambda = 600 \text{ nm}$ ) ou leitor de microplaca ( $\lambda = 600 \text{ nm}$ )
- Tubo tipo ensaio de vidro com tampa rosqueável (medidas, Tabela 2)
- Microplaca

- Bloco digestor com capacidade de 150°C
- Balões volumétricos
- Pipetas volumétricas
- Béquers 100, 250 e 500 mL
- Agitador magnético
- Espátulas

Abaixo segue a tabela com as concentrações dos reagentes versus as dimensões dos tubos de digestão.

**Tabela 2:** Concentração dos reagentes *versus* dimensões do tubo de digestão.

Tubo de digestão	Amostra (mL)	Solução de digestão (mL)	Reagente de ácido sulfúrico (mL)	Volume Total (mL)
16x100 mm	2,5	1,5	3,5	7,5
20x150 mm	5,0	3,0	7,0	15,0
25x150 mm	10,0	6,0	14,0	30,0
<b>Ampola padrão de 10 mL</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>3,5</b>	<b>7,5</b>

#### *b) Reagentes*

- **Solução de digestão:** adicionar em 125 mL de água destilada 2,554 g de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ), previamente seco em estufa a 103°C por 2 horas, 41,75 mL de ácido sulfúrico, 8,325 g de  $HgSO_4$ . Dissolver, esfriar e completar com água destilada o volume em balão volumétrico de 250 ml.

- **Reagente de ácido sulfúrico:** adicionar sulfato de prata ( $Ag_2SO_4$ ) cristal ou pó em  $H_2SO_4$  numa proporção de 2,03 g de  $Ag_2SO_4$  para 200 mL de ácido sulfúrico concentrado. A dissolução completa do sulfato de prata demora cerca de 24 horas, por isso se deve estar sempre atento à necessidade de se fazer nova solução.

- **Solução padrão de Biftalato de potássio:** de uma quantidade de Biftalato de potássio,  $HOOC_6H_4COOK$ , seca a 120°C por 2 horas, pesar 12750 mg (12,750g) e dissolver em aproximadamente 500 ml de água destilada e então completar o volume para 1000 ml em balão volumétrico. Esta solução é estável por até 3 meses quando guardada sob refrigeração. **Relação teórica entre o biftalato de potássio e a DQO: 1 mg de biftalato de potássio= 1,171 mg  $O_2$ .**

- **Ácido sulfúrico concentrado** Ácido sulfúrico 20%: dissolver 20 mL de  $H_2SO_4$  concentrado para cada 100 mL de solução.

c) Curva Padrão de Calibração para DQO.

A Tabela 3 contém dados para a obtenção da curva de calibração da DQO, considerando uma margem de  $\text{mgO}_2/\text{L}$  de 0 à 15.000, valor próximo do formol puro. O gráfico deve ser feito absorvância x concentração.

**Tabela 3:** Curva padrão para DQO.

Concentração de DQO ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	Solução Padrão (ml)	água(mL)
0,0 (BRANCO)	0,0	100
500	3,333	96,667
2500	16,667	83,333
5000	33,333	66,667
7500	50,00	50
10.000	66,667	33,333
12.500	83,333	16,667
15.000	100,0	0

d) Determinação da DQO de uma amostra:

- 1 – Lavar os tubos para eliminar interferentes de amostras anteriores;
- 2 – Fazer uma prova em Branco, adicionando água destilada no lugar da amostra e executar o mesmo procedimento descrito para a amostra;
- 3 - Em capela, executar as adições conforme **tabela 2**;
- 4 - Fechar os tubos e agitar várias vezes para a homogeneização (reação exotérmica);
- 5 – Colocar os tubos no bloco digestor para fazer a digestão da amostra a  $150\text{ }^\circ\text{C}$  por 2 horas (tempo estabelecido no Standard Methods);
- 8 - Retire os tubos do bloco digestor, esfriar, agitar e deixar sedimentar. Tomar o cuidado de limpar bem os tubos antes das leituras, para evitar a interferência na passagem da luz;
- 9 – No leitor de microplaca ou em um espectrofotômetro, ajustar o comprimento de onda para 600 nm e “zerar” com a prova em Branco. Fazer a leitura da amostra;
- 10 – Adicionar a leitura na curva previamente realizada.

Sólidos suspensos

Será realizada uma filtração com auxílio de um meio filtrante ou peneira. Em seguida será realizada uma secagem a uma temperatura de  $105^\circ\text{C}$  durante 16 horas, e após, em mufla a  $600^\circ\text{C}$  durante 2 horas. Ao final o sólido será destinado a incineração.

Determinação de formaldeído

Para determinação do formol, será utilizado o método pronto da Merck (Merckoquant<sup>®</sup>). O teste é constituído por um *kit* de tiras adequadas para a detecção semi quantitativa de íons e substâncias orgânicas e inorgânicas, em concentrações de no mínimo 1 a 100  $\text{mg/L}$ .

### Análises microbiológicas

Será realizada análises a fim de identificar fungos ou bactérias na solução.

### Aplicação do método de Fenton

O reagente de fenton será preparado utilizando peróxido de hidrogênio comercial 100 V e sulfato ferroso heptahidratado comercial.

No tratamento será utilizado para cada litro de solução 30 mL de  $H_2O_2$  e 18,2g  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ . O tratamento deve ser realizado em no mínimo quatro etapas, intercaladas por um período de descanso de 24 horas, para obter um resultado satisfatório. Cada etapa deve ser adicionada a mesma quantidade de peróxido de hidrogênio e sulfato ferroso heptahidratado, citada inicialmente, considerando um total de quatro etapas serão então utilizados 120 mL de  $H_2O_2$  e 72,8g  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ . O tratamento deve ser realizado sob a luz solar ou outra fonte de calor. No intervalo sugere-se que a DQO seja mensurada para um melhor controle da reação.

## **5. CONTRIBUIÇÃO E RESULTADOS ESPERADOS**

Com a aplicação dos dois questionários espera-se obter alguns indicadores com vistas a atitudes ambientalmente corretas entre funcionários e docentes do Campus da USP Bauru. Dessa forma, o aluno juntamente à Comissão USP-recicla poderá diagnosticar entraves para uma correta conduta socioambiental entre os entrevistados, tentando solucionar problemas pontuais, como a falta de lixeiras em determinado setor, assim como problemas coletivos a partir da motivação, educação e instrução ambiental. Também teremos uma estimativa precisa de quanto e quais resíduos são gerados no campus de Bauru, inclusive com as características específicas de cada setor. Assim, teremos definida uma demanda orientando os serviços do LRQ.

Em continuação, a substituição do formol por solução salina, para as peças pré-fixadas, trará vantagens advindas de um produto quase inodoro, não irritante para as mucosas e de baixíssimo poder de contaminação do meio, além de muito barato. Assim estaremos substituindo um produto considerado cancerígeno pela OMS pelo cloreto de sódio (NaCl).

Por fim, a conclusão do ciclo com o tratamento adequado do formol, e seu descarte adequado no meio, poderá impedir a contaminação de recursos naturais (água e solo).

## **6. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES (12 MESES)**

### **1° trimestre**

- ✓ Levantamento dos dados e números de setores da FOB-USP, HRAC e PUSP-B do campus.
- ✓ Elaboração da estratégia de aplicação dos questionários nos diferentes setores.
- ✓ Montagem do questionário na plataforma *Moodle*.
- ✓ Visita ao laboratório de Anatomia do Departamento de Anatomia do Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar (ICBAS) da Universidade do Porto, onde a referida técnica de salinização foi desenvolvida.
- ✓ Coleta do formol e início da caracterização.

### **2° trimestre**

- ✓ Aplicação dos questionários e análise dos resultados.
- ✓ Início dos ensaios em animais (cães e coelhos) objetivando verificar diferentes concentrações da solução de NaCl, pressão de perfusão, diluição e tempo de perfusão.
- ✓ Caracterização e Quantificação das soluções presentes nos tanques contendo formol.
- ✓ Confecção e envio do Relatório Parcial.

### **3° trimestre**

- ✓ Finalização da aplicação do questionário e análise dos dados.
- ✓ Resolução dos problemas coletivos e individuais detectados pelos questionários.
- ✓ Monitoramento de peças mantidas em solução salina por mais de 4 anos.
- ✓ Coleta de tecidos dos animais perfundidos e análise morfológicas e morfométricas.
- ✓ Aplicação do método de Fenton para tratamento do formol.

### **4° trimestre**

- ✓ Confecção de uma proposta sucinta de funcionamento do laboratório de tratamentos/recuperação de resíduos químicos.
- ✓ Análise dos resultados obtidos pelas análises morfométricas/morfológicas e comparação dos resultados com preconizadores da técnica durante o estágio de observação na Instituição.
- ✓ Validação do método de Fenton e análise dos resultados obtidos.
- ✓ Elaboração e envio do Relatório Final.

## 7. ORÇAMENTO

**Quadro 1:** Descrição dos itens, quantidade e valor estimado.

Quantidade	Descrição do Item	Valor
2	Tablet*	R\$ 2.000,00
1	12 mensalidades para bolsa de graduação.	R\$ 4.800,00
1	Passagem aérea ida e volta para Portugal. Visita ao Depto de Anatomia do ICBAS, Universidade do Porto	R\$ 3.800,00
7	Diárias. Vinculado a viagem para Portugal	R\$ 3.500,00
1	Blocos para a técnica de MET	R\$ 2.000,00
1	NaCl (10 Kg)	R\$ 30,00
6	Cubas (caixas plástico/ 6 unidades)	R\$ 600,00
1	Bomba de perfusão	R\$ 2.000,00
6	Agulhas de perfusão (6 agulhas)	R\$ 130,00
1	Luvas de procedimento. Caixa	R\$ 50,00
6	Sulfato Ferroso Heptahidratado, frasco com 500g	R\$ 250,00
4	Ácido sulfúrico, 1000mL	R\$ 1.500,00
40	Frascos plásticos para armazenameto das soluções	R\$ 2.500,00
1	Bloco Digestor para DQO	R\$ 2.900,00
30	Vidrarias para análise do formol	R\$ 9.800,00
10	Peróxido de Hidrogênio. 1000mL	R\$ 500,00
1	pHmetro	R\$ 2.000,00
1	Agitador magnético com aquecimento regulado	R\$ 2.800,00
1	Kit de Pipetas. 1, 5 e 10 ml	R\$ 2.800,00
1	Balança analítica digital	R\$ 5.000,00
<b>VALOR FINAL DOS ITENS</b>		<b>R\$ 48.960,00</b>

\*Para aplicação dos questionários sem necessidade do uso de papel/impressão.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERGUINI, L.B.A.; SILVA, L.C.; REZENDE; M.O.O. Tratamento de resíduos químicos: Guia prático para a solução dos resíduos químicos em instituições de ensino superior. São Carlos. Editora Rima, 2005.
- IANO, F.G.; SANTOS O.; SILVA, T.L.; PEREIRA, M.A.; FIGUEIREDO, P.J.M.; ALBERGUINI, L.B.A.; GRANJEIRO, J.M. Optimizing the procedure for mercury recovery from dental amalgam. Braz Oral ResOR, v. 22, 119-24, 2008.
- IARC (1995). Wood dust and formaldehyde. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum, 62: 1-405, 1995.
- IARC (2002) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 81, Man-made Vitreous Fibres, Lyon, 2002.

5. IARC (2004) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 84, Some Drinking-water Disinfectants and Contaminants, including Arsenic, Lyon, 2004.
6. IARC (2006). Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tertbutoxypropan-2-ol. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum, 88: 1–478, 2006. PMID:17366697
7. LIMBERGER, D. C. H., Processo de recuperação, reuso e destinação do formol em laboratório de anatomia. [dissertação]. Santa Maria (RS). Universidade Federal de Santa Maria, 2011.
8. MANHÃES, J. P. V. T.; HOLANDA, J. N. F., Caracterização e classificação de resíduo sólido “Pó de rocha granítica”. Revista Química Nova, v.Vol.31, nº6, 2008. p.p.1301- a 1304, 2008.
9. MEDEIROS, M. A. C., et.al., Apostila de Química Sanitária e Laboratório de Saneamento II, CESET/UNICAMP, 2002.
10. OLIVEIRA, S.V.W.B.; MORAES, E.; ADORNO, M.A.T.; et al. Formaldehyde degradation in an anaerobic packed-bed bioreactor. Water Res, v.38, p.1685-94, 2004.
11. OSHA – Department of Labor part II – Federal Register – Formaldehyde, 1992.
12. PEREIRA, H.A.B.S.; IANO, F.G.; SILVA, T.L.; OLIVEIRA, R.C.; MENEZES, M.L.; BUZALAF, M.A.R. Recovery of silver residues from dental amalgam. J. Appl. Oral Sci. v.18, 121-6, 2010.
13. VESILIND, A.P.; MORGAN, S.M. Introdução à Engenharia Ambiental. Ed.2ª. Editora CENGAGE. São Paulo, 2011.
14. WHO. Formaldehyde (Environmental Health Criteria 89), Geneva, International Programme on Chemical Safety, 1989.
15. World Health Organization Regional Office for Europe, 1987 World Health Organization Regional Office for Europe Chap. 5 Air Quality Guidelines, Vol. 2WHO/EURO, Washington, DC, 1987.

**ANEXO 1**  
**1º Questionário**

- 1) Você separa os materiais recicláveis em seu local de trabalho?  
( ) SIM. Quais: \_\_\_\_\_ ( ) NÃO. Por quê?  
\_\_\_\_\_
- 
- 2) Na sua sala/setor de trabalho existem recipientes para o descarte do lixo comum e outro para descarte do material reciclável?  
( ) SIM ( ) NÃO
- 3) Qual a cor do saco plástico que embala o lixo comum da sua sala?  
( ) PRETO ( ) AZUL ( ) NÃO SEI
- 4) Qual a cor do saco plástico que embala o material reciclável da sua sala?  
( ) PRETO ( ) AZUL ( ) NÃO SEI
- 5) No seu ambiente de trabalho, você toma água em:  
( ) Somente COPO DESCARTÁVEL ( ) Somente COPO/XÍCARA/CANECA LAVÁVEL/ DURÁVEL  
( ) As vezes COPO DESCARTÁVEL e as vezes COPO/XÍCARA/CANECA LAVÁVEL/DURÁVEL
- 6) No seu ambiente de trabalho, você usa para tomar café,:  
( ) Somente COPO DESCARTÁVEL ( ) Somente COPO/CANECA LAVÁVEL/ DURÁVEL  
( ) As vezes COPO DESCARTÁVEL e as vezes COPO/CANECA LAVÁVEL/DURÁVEL
- 7) Você usa no Restaurante Universitário:  
( ) Somente COPO DESCARTÁVEL ( ) Somente COPO/CANECA LAVÁVEL/DURÁVEL  
( ) As vezes COPO DESCARTÁVEL e as vezes COPO/CANECA LAVÁVEL/DURÁVEL
- 8) Você tem a caneca do USP Recicla?  
( ) SIM ( ) NÃO



9) Você imprime frente-e-verso?

SIM, sempre       NÃO       EVENTUALMENTE

10) Você faz cópia ou pede para fazer frente-e-verso?

SIM, sempre       NÃO       EVENTUALMENTE

11) Qual é o seu consumo estimado de papel para impressão por mês?

---

12) Você sabe que há coletor de pilhas no Campus da USP? Se sim, qual a localização do mesmo no Campus?

---

13) Você sabe o que é feito com as lâmpadas desgastadas que contém gás mercúrio recolhidas no Campus?

SIM. Descreva: \_\_\_\_\_

NÃO.

14) Você se preocupa com as sobras de comida da sua bandeja (prato)?

SIM       NÃO

15) Você pratica ações de redução de consumo e/ou reutilização de materiais no seu ambiente de trabalho?

SIM. Quais: \_\_\_\_\_

NÃO. Justificar: \_\_\_\_\_

16) Você sabe o que é feito com o material de preparo do Restaurante (casca de ovos, folhas de verduras e legumes, etc), podas de árvores, folhas de varrição, e outros materiais orgânicos do Campus?

SIM. Descreva: \_\_\_\_\_

NÃO.

17) Você já recebeu alguma orientação sobre posturas ambientalmente adequadas?

SIM. Quem orientou? \_\_\_\_\_ Quais orientações? \_\_\_\_\_

( ) NÃO

16) Você conhece algum programa da USP que aborde questões ambientais? Quais?

---

17) Quais sugestões você daria para colaborar com a minimização e gerenciamento adequado de resíduos ?

---

---

---

Para tal, solicitaremos 1 bolsa de estudo para aluno de graduação pelo período de 1 ano e 1 tablet (valor estimado R\$ 1.000,00) para a aplicação do questionário sem a necessidade de impressão em papel. Ainda utilizaremos o sistema moodle (<http://ead.fob.usp.br/>) para aplicação e avaliação dos dados obtidos.

Os dados serão submetidos à análise estatística descritiva, a qual será agrupada por setor/departamento e unidade do Campus de Bauru.

**ANEXO 2**  
**2º questionário**

LOCAL: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_

NOME DO RESPONSÁVEL: \_\_\_\_\_

NOME DO RESPONDENTE: \_\_\_\_\_

1) Este local é utilizado como (pode ser mais de uma alternativa):

Clínica     Laboratório de Pesquisa     Ensino     Extensão

2) Neste local existe consciência em relação ao descarte de resíduos químicos por parte de:

Funcionários     Alunos     Visitantes     Pacientes

Justificar: \_\_\_\_\_

3) Como é realizado o descarte de resíduos neste local? (Considerar: armazenamento, identificação, separação e destinação).

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4) Você reutilizaria o resíduo tratado, se o mesmo fosse recuperado dentro do campus?

Sim     Não

Justificar: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5) Você acha interessante o campus ter um laboratório de resíduos químicos? Por quê?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6) Dentre os itens abaixo qual e quanto é gerado como resíduo neste local?

	<b>Resíduos</b>	<b>Quantidade*</b>		<b>Resíduos</b>	<b>Quantidade*</b>
	Anestésicos			Éteres	
	Acetato de chumbo			Fenol	
	Acetona			Fluoretos	
	Ácidos			Formaldeído (Formol)	
	Acrilamida			Gesso	
	Água Oxigenada			Glutaraldeído	
	Álcoois (outros)			Hidróxido de amônio	
	Alginato			Hipocloritos	
	Amalgama			Iodetos	

	Amoníaco			Ligas metálicas	
	Bases			Metanol	
	Baterias, pilhas			Naftol	
	Benzina			Neoditocaina	
	Bis-Acrilamida			Nitratos	
	Brometo de etideo			Oxipropileno	
	Cera			Parafina	
	Cloretos			Paraplast	
	Duplofem			Resinas	
	EDTA			Revela/Fixador	
	Clorofórmio			Sulfatos	
	Corantes			Sulfetos	
	Endo Frost			Tetracloro de carbono	
	Ester			Tetróxido de ósmio	
	Etanol			Xilol	

\*Estimativa mensal

Outros resíduos: \_\_\_\_\_

7) Os materiais assinalados acima são descartados por você ou por alguém do laboratório na rede pública de esgoto?

Sim     Não     Alguns sim outros não

8) O que, na sua opinião, seria necessário para que este local participasse ativamente do gerenciamento de resíduos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Declaro não estar omitindo informações e que todas as respostas fornecidas por mim são verdadeiras. Estou ciente de que este questionário é parte de uma pesquisa e autorizo a utilização destes dados para efeito de estudo. \_\_\_\_\_