



Título do Projeto: IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE FORMALDEÍDO NA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO – FORP/USP

Pesquisadores Responsáveis: Profa. Dra. Simone Cecílio Hallak Regalo (FORP/USP)
Profa. Dra. Sonia V. W. Borges de Oliveira (FEARP/USP)

Equipe Executora:

Profa. Dra. Sonia V. W. Borges de Oliveira (FEARP/USP – autora do projeto)

Prof. Dr. Márcio Mattos Borges de Oliveira (FEARP/USP – apoio técnico)

Adriano César Pimenta (LRQ/PUSP-RP – apoio técnico)

Danilo Vitorino dos Santos (LRQ/PUSP-RP – apoio técnico)

Luiz Gustavo de Sousa (FORP/USP – apoio técnico)

Marisa de Castro Pereira (DVAPTRA/PUSP-RP – apoio administrativo)

Salvador Raimo Faiani (DVMANOP/PUSP-RP – apoio técnico)

RESUMO

Tendo em vista a grande importância na fixação de tecidos para aulas de anatomia, patologia e estudos tanatológicos, o formaldeído é amplamente empregado nas atividades de ensino e pesquisa da Universidade, especialmente na conservação de cadáveres e peças anatômicas. No entanto, devido às suas características tóxicas aos seres vivos e ao meio ambiente em geral, torna-se imperativo a realização do gerenciamento e tratamento adequado de seus resíduos. Assim, este projeto tem como objetivo principal a implantação de uma estação de tratamento dos resíduos de formaldeído, empregando a tecnologia de reatores biológicos do tipo Reator Anaeróbio Horizontal de Leito Fixo (RAHLF), visando o descarte adequado e a minimização dos impactos ambientais e à saúde pública associados a tais resíduos. Estudos já realizados demonstram que tal processo possui elevada eficiência, podendo atingir até 99% de degradação do formaldeído, a um custo reduzido. Nesse contexto, o projeto também poderá oferecer contribuição para a sustentabilidade socioambiental na Universidade de São Paulo, incluindo a promoção de um ambiente saudável e seguro dentro do *Campus*, o desenvolvimento de atividades de ensino e pesquisa com sustentabilidade e a construção de uma Universidade Sustentável, modelo para a Sociedade.

1 Introdução

O formaldeído, ou simplesmente formol, é de grande importância na fixação de tecidos para aulas de anatomia, patologia e estudos tanatológicos. A solução mais utilizada para a conservação de cadáveres e peças constitui-se de formol em água, diluído de 8 a 10%.

No entanto, devido às suas características tóxicas aos seres vivos e ao meio ambiente em geral, é necessário que seja realizado seu gerenciamento/tratamento. Desta forma, aplicando-se as metas básicas da gestão de resíduos, pode-se alcançar uma otimização do emprego de formaldeído e seu descarte ambientalmente adequado. Nesse sentido, a redução na geração desses resíduos pode ser conseguida pelo controle de qualidade da solução ou de possível redistribuição de peças nos tanques de conservação. A reutilização do formol pode ser feita com a recuperação da qualidade da solução, a partir de filtração, clarificação, análise para determinação de formaldeído e posterior ajuste da concentração.

Na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP/USP), o Laboratório de Anatomia do Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica ministra disciplinas voltadas para o ensino de Anatomia Geral, Anatomia da Cabeça e Pescoço e Anatomia Dental para os Cursos de Graduação em Odontologia, Ciências Farmacêuticas Integral e Ciências Farmacêuticas Noturno durante todo o ano letivo. Estas disciplinas incluem, além de aulas teóricas, aulas expositivas práticas nas quais os alunos de graduação entram em contato direto com órgãos humanos. A estocagem das peças anatômicas usadas nessas aulas é feita em um tanque fechado com capacidade total de 1.800 litros, parcialmente ocupado por peças imersas em formaldeído na concentração de 8%. No preparo das aulas práticas de Anatomia, as peças anatômicas são retiradas do tanque de formaldeído com 36 a 48 horas de antecedência das aulas, sendo imersas em água no interior de um tanque de lavagem apropriado. A lavagem com água reduz a concentração de formaldeído nas peças, possibilitando adequado manuseio pelo técnico de laboratório, alunos e professores durante as aulas práticas. A água resultante de lavagem das peças anatomopatológicas possui concentração de formaldeído variável, oscilando em torno de 600 mg L^{-1} ou 0,06%; no entanto, por ser ainda considerada tóxica, tal solução não deve ser descartada na rede coletora de esgotos sem tratamento prévio.

Para o tratamento dessas soluções de formol, podem-se empregar métodos químicos ou biológicos, os quais promovem a degradação dessa substância. Dentre os métodos químicos, podem-se utilizar os Processos Oxidativos Avançados (POAs), dos quais o mais comum é a degradação via Processo Foto-Fenton, cujo processo consiste na geração de radicais hidroxila ($\cdot\text{OH}$), em meio ácido, capazes de degradar e/ou destruir moléculas orgânicas, tais como o formaldeído, gerando dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), substâncias menos impactantes ao

meio ambiente. Para os tratamentos biológicos, podem-se usar reatores de manta de lodo e escoamento ascendente, reatores de mistura contínuos e de leito granular expandido, Reator Anaeróbio Horizontal de Leito Fixo (RAHLF), entre outros. As principais vantagens deste último incluem: capacidade para tratar grandes quantidades de resíduo, redução da exposição ocupacional e baixo custo do processo, entre outros. Com base nos estudos de degradação de solução de formol realizados em RAHLF (OLIVEIRA; ZAIAT, 2004; OLIVEIRA et al., 2004), comprovou-se a eficiência de até 99% de degradação do formaldeído, em modelo de bancada. Assim, a partir desses estudos, foi construído um RAHLF junto ao Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (HC/FMRP/USP), em operação desde 2008, para tratar as águas residuárias contendo formol, geradas em laboratórios do HC, o qual se tem mostrado bastante eficiente na degradação desses resíduos.

Assim, com base nessas informações, pode-se constatar que uma maneira adequada, prática e eficiente para o tratamento dos resíduos contendo formol gerados nas aulas práticas de Anatomia é a construção de um reator biológico, tipo RAHLF, junto ao Departamento de Morfologia, Fisiologia e Patologia Básica da FORP/USP, que constitui-se no objetivo principal deste projeto.

Dessa forma, o uso racional de solução de formaldeído para fixação de peças anatômicas bem como o gerenciamento e o tratamento de seus resíduos possibilitam a minimização dos impactos ambientais e à saúde pública causados por essa substância tóxica.

2 Justificativa

Tendo em vista a necessidade de utilização do formaldeído nas atividades de ensino e pesquisa da Instituição e, considerando as características tóxicas dessa substância, o tratamento de seus resíduos torna-se imperativo e imprescindível para seu descarte adequado. Assim, a implantação desta Estação de Tratamento irá atender essa necessidade, minimizando os impactos ambientais e à saúde pública associados ao formaldeído. O emprego desta tecnologia de tratamento também irá promover o aumento do volume de resíduos a serem tratados, a redução da exposição ocupacional e dos custos do tratamento em comparação com o processo convencional de degradação desses resíduos via rota química (foto-fenton). A aprovação deste Projeto viabilizará o atendimento à legislação ambiental e uma resposta “positiva” ao questionamento da Promotoria de Justiça do Meio Ambiente concernente à utilização e destinação adequada dos resíduos de formaldeído da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP/USP).

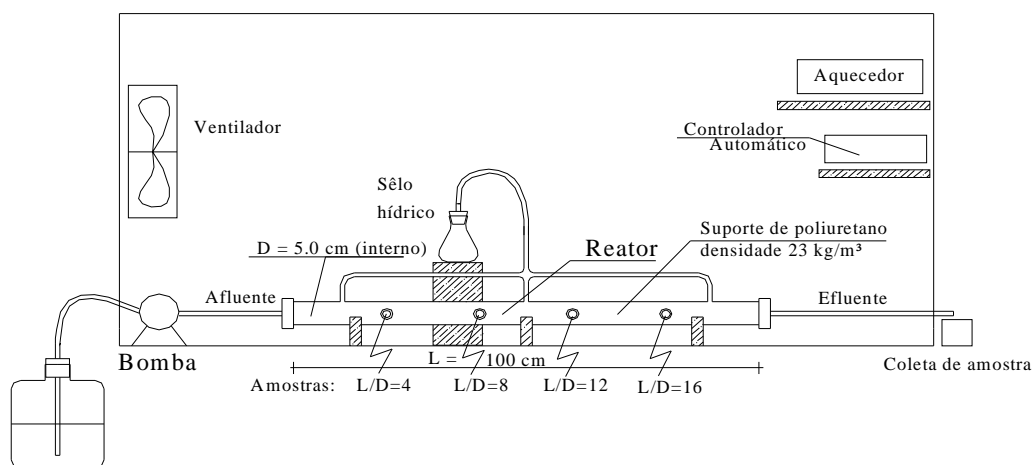
3 Materiais e Métodos

Este projeto baseia-se em projeto piloto desenvolvido no HC/FMRP/USP para tratamento de resíduos de formaldeído, sendo adaptado e otimizado para a Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – FORP/USP. A seguir, descrevem-se os detalhes do projeto já implantado, que deverão nortear a implantação da estação de tratamento da FORP/USP.

3.1 Estudo em Sistema Piloto de Tratamento de Formaldeído

Os ensaios de degradação de solução de formol foram feitos em RAHLF, confeccionado em vidro borossilicato, em escala de bancada, mantido a 35 °C. O comprimento (L) do reator é 100 cm, com diâmetro interno (D) de 5,0 cm, perfazendo uma relação comprimento por diâmetro (L/D) de aproximadamente 20. O volume total aproximado é de 2 litros. Espuma de poliuretano, em cubos de 5 mm de aresta e com densidade aparente de 23 kg/m³, foi utilizada como material suporte para crescimento dos microrganismos anaeróbios (figura 1).

Figura 1 – Reator Anaeróbio Horizontal de Leito Fixo utilizado para o tratamento de formol



Foi utilizado um substrato sintético com concentrações crescentes de formaldeído, água de torneira e meio Angelidaki, para o suprimento de sais, metais e vitaminas. As concentrações médias de formaldeído estudadas foram de 26,2, 85,3, 175,9, 394,0, 597,7, 808,0, 989,2, 1.158,6 e 1.416,8 mg/L. Tais concentrações têm base na literatura científica para possibilitar comparações entre os resultados. A partir da aplicação de concentração afluente média de formol de 175,9 mg/L, a eficiência de remoção da Demanda Química de Oxigênio (DQO) permaneceu praticamente estável até o final do estudo (média de 92 %). Entretanto, a eficiência de remoção

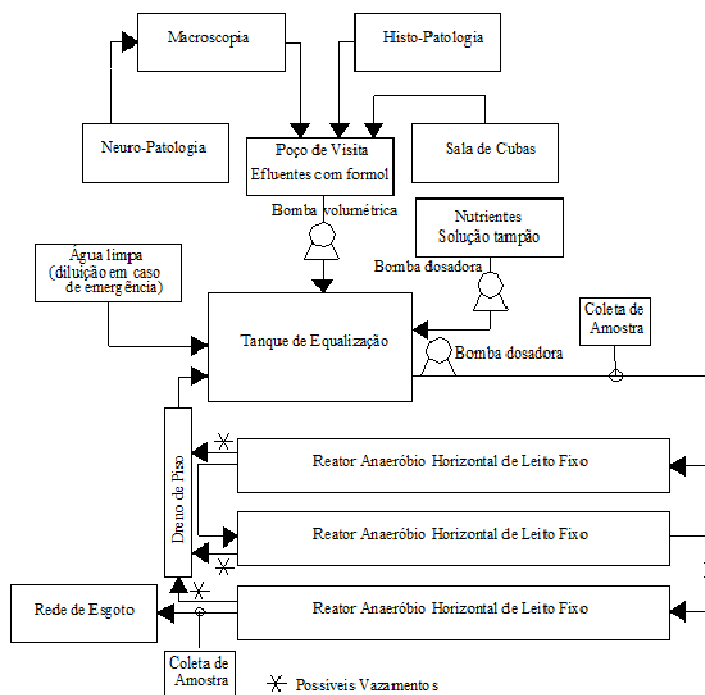
de formaldeído aumentou a cada experimento, chegando a 99,7% no último experimento (1416,8 mg/L de formaldeído afluente).

Sendo assim, a instalação de um sistema de tratamento específico para os efluentes contendo formaldeído torna-se uma alternativa justificável e viável. Com os resultados bastante satisfatórios de degradação de formaldeído no RAHLF, esse reator poderia ser utilizado para tratar os efluentes contendo formol, de forma que não sejam lançados na rede de esgotos.

3.2 SISTEMA DE TRATAMENTO DE FORMOL DO HC-FMRP-USP

O projeto do sistema de tratamento de formol do HC foi desenvolvido no período de 2004 a 2006 a partir do esquema de tratamento apresentado na figura 2.

Figura 2 – Esquema de tratamento de formol para o HC/FMRP/USP



O lodo para inoculação dos reatores foi retirado do sistema anaeróbio de tratamento de efluentes da Avícola Dacar, situada no município de Tietê, SP.

3.3 Preparo dos Reatores para a Inoculação

Os reatores permaneceram com água até o recebimento das espumas envolvidas com o lodo. Nessa etapa, foi identificada a necessidade de instalar tampas perfuradas nas entradas e saídas dos reatores, junto às flanges de fechamento, para que as espumas não escapassem e

entupissem as tubulações de menor diâmetro. Para que as tampas permanecessem no lugar, foram colocados tijolos de barro para segurá-las, o que não interfere no reator por serem inertes.

3.4 Inoculação dos Reatores

Foram utilizadas bacias plásticas para mistura dos cubos de espuma com o lodo, em processo totalmente manual. Cada reator recebeu cerca de 60 litros de lodo, misturados a cubos de espuma de 2 cm de aresta, totalizando cerca de 6 bacias plásticas de aproximadamente 60 cm de diâmetro por 25 cm de altura, por reator. Os cubos foram inseridos nos reatores com ajuda de um êmbolo para que alcançassem o seu lado oposto. Foram colocados anteparos com orifícios nas duas extremidades dos reatores para impedir que as espumas penetrassem nas tubulações de escoamento. Para a vedação dos tubos, foi aplicado material à base de epóxi junto às flanges.

3.5 Instalação dos Amostradores e Tubos de Biogás

Para possibilitar a visualização dos níveis dos reatores, bem como a coleta de amostras e a liberação de biogás em cada reator, foram instalados tubos transparentes com torneira de amostragem em cada reator, ligados a um selo hídrico para impedir a entrada de ar nos reatores. O selo hídrico, composto por parte de uma garrafa PET recoberta com espuma para não criar mosquitos, também permite a identificação de borbulhamento dos reatores pela produção de biogás ou pelo preenchimento de seu espaço útil.

3.6 Partida dos Reatores

A partida dos reatores foi realizada com substrato artificial manipulado no tanque de equalização de 5 m³, localizado sob a laje de piso do abrigo dos reatores. Efluentes dos esgotos foram encaminhados ao reator somente após comprovada a eficiência dos reatores. O substrato foi composto de solução de formol a 37%, nutrientes e bicarbonato de sódio para manter a alcalinidade. A concentração de formaldeído foi de 200 mg L⁻¹ para aclimação da biomassa. A tabela 1 apresenta a composição dos nutrientes e tamponamento.

Tabela 1. Composição dos Nutrientes e Tamponamento

Composto	mg L ⁻¹ p/ 1250 mg DQO/L	Consumo diário p/ Q= 2200L/dia (g/dia)	Consumo semanal (g/ semana)	Solução estoque (g/L)	Quantidade necessária por semana (litros)
Uréia	78,13	171,88	1203,13	60,1563	20
Sulfato de Níquel	0,63	1,38	9,63	0,4813	
Sulfato ferroso	3,13	6,88	48,13	2,4063	

Cloreto férrico	0,31	0,69	4,81	0,2406
Cloreto de Cálcio	29,38	64,63	452,38	22,6188
Cloreto de Cobalto	0,05	0,11	0,77	0,0385
Óxido de Selênio	0,04	0,10	0,67	0,0337
Fosfato de Potássio monobásico	53,13	116,88	818,13	40,9063
Fosfato de Potássio dibásico	13,56	29,84	208,86	10,4431
Fosfato de Sódio dibásico	20,88	45,93	321,48	16,0738
Bicarbonato de Sódio	125,00	275,00	1925,00	96,2500

3.7 Instalação dos Dispositivos de Ventilação

Embora a porta do sistema de tratamento tenha ventilação permanente, há ocorrência de gases no local, além do calor excessivo na época do verão. Nesse sentido, foram instalados mais dois dispositivos de ventilação nas faces da frente e dos fundos do abrigo do reator, compostos por venezianas quadradas de alumínio telado de cerca de 30 cm de lado.

3.8 Análises de DQO e Específicas para Determinação de Formaldeído

Com todos os reatores em funcionamento, foram coletadas amostras para análises de DQO e avaliação da eficiência dos reatores. Tendo em vista a variação nos resultados de DQO ao longo do sistema, cujas conclusões são insuficientes sobre a eficiência de remoção de formol devido à formação de ácidos intermediários da degradação, análises específicas de concentração de formaldeído foram realizadas empregando método colorimétrico. Todas as análises foram realizadas no LRQ/PUSP-RP e apresentaram resultados que comprovam a redução de, aproximadamente, 70% na concentração do formaldeído. Assim, otimização das condições de operação do sistema estão sendo realizadas para aumento da eficiência de degradação.

3.9 Retirada de Amostras de Lodo para Análise

Para avaliação da qualidade do lodo no sistema, bem como do lodo original, análises microbiológicas foram realizadas pelo Laboratório de Processos Biológicos do Depto de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). As amostras foram coletadas em frascos tipo *vial*, imediatamente conservadas em caixa de isopor, resfriadas com placas de gel congelado e mantidas em refrigerador até o momento das análises. As análises mostraram que os microorganismos envolvidos estão em plena atividade, com grandes colônias de diversas morfologias como bacilos, filamentosas, methanosaetas e methanosarcinas, o que dever permitir a degradação esperados dos efluentes.

3.10 Instalação dos “Pescoços de Cisne”

Para que os reatores 1 e 10 não atinjam apenas a metade de seu volume, uma vez que as tubulações de entrada e saída se encontram no centro das flanges, foram instalados tubos tipo “pescoço de cisne”, formando uma barreira para o líquido.

A construção da Estação de Tratamento de Resíduos de Formaldeído da FORP/USP será realizada com base no memorial descritivo abaixo.

3.11 Memorial Descritivo

3.11.1 Considerações Gerais

- Os interessados deverão fazer vistoria no local das obras;
- Todos os serviços aqui descritos serão regidos pela lei 8666/93 na íntegra;
- Divergência entre planilha e projeto, prevalece o projeto, divergência entre projeto e descritivo, prevalece o descritivo;
- Os materiais aplicados deverão ser de primeira qualidade; as marcas indicadas são orientativas e os similares deverão ser de equivalência igual ou superior os quais deverão ser aceitos ou não pela fiscalização;
- Conferir medidas no local.
- Deve atender às normas de segurança Nacional e uso obrigatório dos EPIs e EPCs.

3.11.2 Serviços Preliminares

A Contratada deve manter na obra um container de 9,20 m² para guarda de materiais e escritório; manter também um banheiro químico para os funcionários. Sinalizar o local da obra para se evitar acidentes, orientando o desvio do tráfego de veículos e pedestres. Limpeza e Raspagem do terreno – Conforme indicado em planta baixa, deve-se fazer a remoção de materiais inservíveis da camada vegetal somente da área a ser ocupada pela obra e que plantas e forrageiras de jardinagem da área deve ser recompostas após a implantação das obras. Os materiais raspados devem ser removidos do local de imediato através de caminhão ou caçambas próprias para o fim e transportados para fora do *Campus* em local autorizado pela Prefeitura Municipal. Instalações provisórias de água e força – As ligações de uso da obra poderão ser usadas as definitivas descritas nos itens de “Instalações Hidráulicas e Elétricas” descritas abaixo, desde que o uso não danifique as qualidades e propriedades dos materiais. Os pontos de derivações devem ser indicados pela fiscalização do HC. Locação da Obra – A locação deve ser rigorosamente em esquadro, por uso de teodolito ou pessoal capacitado par o fim. Os gabaritos devem estar afastados das arestas das paredes em no mínimo 1,50m e deve ser usado guia de 10

cm no mínimo com pontaletes quadrados de pinho, com altura mínima de 0,40 m do solo. O gabarito deve ser nivelado com cota exata a partir da indicada na planta. A localização do prédio se encontra na planta fornecida.

3.11.3 Serviços em Terra

Acerto do greide e escavações – Compreende, quando e se necessário, a escavação manual com retirada do material no Tanque de Equalização, Casa de Bombas e caixas de passagem a ser executado conforme local e profundidade indicadas em planta. A profundidade deve seguir orientação dos projetos fornecidos. Reaterro Apilado – Compreende a recomposição do material escavado nos contornos da caixa de Equalização, caixas de passagem e Casa de Bombas, após a desforma das peças, com material do local. Pode ser manual ou mecanizada, cuja compactação deve ser com equipamento mecânico tipo sapo elétrico ou a combustível. As camadas devem ser de no máximo 20 cm com umidade ideal. Não será permitido uso de água para acamamento do material.

3.11.4 Fundações e Estrutura

Escavação Manual de Valas – Compreende a abertura das valas das sapatas corridas da estação. As valas devem ser dimensionadas com folga de 20 cm de cada lado da largura da sapata corrida que mede 50x12cm e profundidade de 35 cm. Apiloamento de Fundo de Vala – Compreende a compactação de fundo das valas das sapatas, pisos da casa de bombas e tanque de equalização. Pode ser mecânico conf. Descrito no item “Reaterro Apilado” ou manual com uso de maço de 30 kg. Lastro de Pedra Britada - No fundo das valas e pisos, colocar uma camada de 5 cm de pedra britada nº 1 ou nº 2, para assentamento materiais. As fundações serão tipo blocos estruturais de concreto fck 2,5 Mpa, cheios com grout de cimento, areia e pedrisco traço 1:3:3, armados com 2 ferros de ¼” corridos nas fiadas conforme indicado em projetos. A Contratada deve fornecer ART de execução da obra. Armação CA50/60 – A armação deve seguir projeto estrutural. Não serão aceitas peças enferrujadas. Concreto grout - Aplicar concreto grout para enchimento de todas células dos blocos estruturais de cimento, areia e pedrisco traço 1:3:3, devidamente vibrado. O Slamp de mistura e aplicação deve ser o convencional de 5 ± 1 . Caso apareçam nichos ou bicheiras de concretagem, deve-se corrigir de imediato com grout conforme ABNT. Reaterro de Valas – Compreende a recomposição dos vazios laterais das vigas baldrame com apiloamento manual sem controle. Usar o mesmo material escavado. Bota-fora de Material Excedente – Após o reaterro das valas, toda sobra de material escavado deve ser retirado da obra conforme carga e transporte já descrito anteriormente.

3.11.5 Superestrutura metálica

Executar estrutura metálica da cobertura e da plataforma de apoio dos reatores em metalon, conforme medidas e orientação de projetos.

3.11.6 Cobertura

Telhas – Deverão ser utilizadas em chapa de aço pré-pintada com epóxi e poliéster, perfil trapezoidal simples, com espessura de 0,50 mm e altura 40 mm, com caimento de 10%, fixadas por pinos tipo ganchos, parafusados na 2ª e 5ª onda da peça, conforme Norma Técnica. Fechamento de vãos – Todos os vãos deixados pelas ondas das telhas deverão ser fechados com argamassa mista de cimento, cal e areia traço 1:2:6 e desempenado, arrematado com o reboco da parede para receber pintura.

3.11.7 Caixas de Alvenaria

Casa de bombas em alvenaria tijolos comuns de 1 vez com tampa dim = 1,00x1,00x1,90m livre, incluindo base, tampa, escavação, reaterro e revestimento interno cim/areia traço 1:4.

3.11.8 Revestimento de Paredes

Chapisco – As paredes xternas de fundação e muretas, face externa, serão chapiscadas com argamassa de cimento e areia grossa traço 13 e=5mm, depois de umedecidas as superfícies. Emboço Desempenado – Sobre as áreas chapiscadas internas aplicar camada de argamassa de cal e areia traço 1:4 com adição de 100 kg por metro cúbico da mistura. O emboço deve ser prumado, alinhado e desempenado. Após o processo, passar feltro para homogeneizar a superfície e retirar partículas soltas.

3.11.9 Tanque de Equalização

Para instalar o tanque, deve-se proceder a escavação manualmente, com folga de 20 cm para as laterais. Apilaoar o fundo. Executar lastro de brita 1 de 5cm no fundo. Executar a base com 15 cm e tampa com 10 cm de espessura em concreto fck 20 Mpa, armados com malhas cruzadas em aço CA 50 Ø 5,0mm cada 15 cm. Instalar como tanque de equalização um tubo de concreto (PA-1), DN= 1500 mm H=1,50 mm, conforme indicado em projetos. Após, reaterrar e espalhar resto dos materiais no local.

3.11.10 Impermeabilização

Impermeabilização da Casa de Bombas – Em toda superfície das paredes e fundo da casa

de bombas, será aplicado o mesmo produto do item anterior. Tanque de Equalização – Todas paredes e fundo do tanque de equalização, deve ser regularizado com argamassa de cimento e areia fina traço 1:3 tornado-a o mais lisa e homogênea possível. Após esta etapa, aplicar impermeabilização tipo polimérica bicomponente cristalizante em 6 demãos cruzadas. Ver orientação do fabricante.

3.11.11 Pisos

Piso em Concreto Armado – Deve-se acertar e preparar a superfície remanescente do piso, aplicar lastro de 5 cm de pedra britada, e executar lastro de 10cm de concreto estrutural fck 20Mpa ou fck 200 com 150 kg de cimento / m³, armado com malha de aço nos dois sentidos com ferro 3/8” a cada 15cm com as pontas voltadas para o centro em 60cm formando canto ou arco com raio de 6cm. O piso deve apresentar superfície rústica para receber cimentado. Cimentado – Sobre o piso em concreto armado e sobre a laje da tampa do tanque de equalização, aplicar piso em cimentado e= 3,0cm traço 1:3, impermeabilizado (adição de impermeabilizante a 3% do peso do cimento) desempenado queimado, com cantos arredondados. Fazer caimento em 1% para o ralo existente. Aplicar sobre o piso tinta 100% acrílica (Novacor ou Similar) na cor a ser definida pela fiscalização. Calçadas/ Passeios/ Pavimentos externos- Em concreto não estrutural consumo 250 kg, espessura de 6 cm desempenado. Após 36 horas do término da aplicação do concreto, fazer a cortagem das juntas com máquina elétrica que não poderão ser maiores que 1,50m e com no mínimo 2 cm de profundidade. Calçada será entre estação e passeio existente. Ver planta baixa e implantação.

3.11.12 Elementos Metálicos

Alçapão – A casa de máquinas terá acesso através de alçapão de chapa 14 de espessura, 60x60cm de lado livre, com um cadeado de segurança instalado no porta cadeado que deve ser reforçado tipo antifurto. O alçapão deve ter as bordas voltadas para baixo para se evitar entrada de água e insetos. Sobre o tanque de equalização também deverá ser instalado alçapão igual ao descrito, conforme indicado em planta. Portão tubular em tubo aço carbono 2” com tela galvanizada em requadro de cantoneira no contorno, fixado em montantes do mesmo tubo etravamento na cobertura, dim =1,00x2,10 de vão de luz. Instalar tela galvanizada mala 2” fio 14, instalada no contorno da estação, fixada com 4 fios de arame galvanizado 10, amarrados com arame galvanizado 22 com pelo menos 5voltas a cada amarrio nos pilares metálicos. A tela deve ser bem esticada. Suporte Metálico: Tipo plataforma ou prateleira de apoio dos reatores. Constituído por montantes verticais de 50x50mn #14 tipo metalon, com 4 peças de travamento

sendo 2 superiores e duas inferiores, em metalon 30x30mm #14. Os tubos dos reatores, deverão ser apoiados em travessas horizontais de metalon 30x30mm # 14, conforme detalhes em projeto arquitetônico.

3.11.13 Instalações Elétricas

Alimentação – Deve vir de ponto indicado pela fiscalização. O cabo de alimentação deve ter bitola compatível com a carga e proteção a ser instalada. Conforme projeto, o condutor de cobre deve ser de 16 mm² x 1 kv em eletroduto de polietileno de 1 1/4 “ x 2,5 mm enterrado em vala de pelo menos 40 cm de profundidade, envelopado. Instalar no DG existente disjuntor 50A. Distribuição – Deverão ser feitas instalações para três bombas de 0,5 a 1hp cada e uma bomba de dosagem pequena. Para circuitos das bombas, usar cabo 4 mm² x 750 V em tubos de aço zincado de 3/4” aparente. Para a bomba da Elevatória 1, usar eletroduto de polietileno de 1” x 2,0 mm. Os Circuitos deverão sair do quadro de distribuição de sobrepôr, que deve ter tamanho para abrigar 15 disjuntores, com barramento. Para proteção das bombas, serão instalados 4 disjuntores tripolares de 15 A cada. Na sala deverá ter uma tomada universal 2p+t e uma luminária de 2 x 32 W do tipo fluorescente, com reator eletrônico AFP, soquetes antivibratórios tipo de pendurar. Os circuitos internos para tomada e iluminação devem ser em cabo 2,5 mm² em condutor de ferro zincado 3/4” aparente, fixados por abraçadeira tipo cunha. As derivações e mudança de caminhamento assim como o alojamento de tomada e interruptor devem ser feitos por condutes de alumínio 3/4” corpo de 1”. Seguir o projeto elétrico orientativo fornecido. Os condutores devem ser similares às marcas Pirelli, Furukawa, Ficap ou equivalente. Luminárias devem ser similares às marcas Itaim, Lumibraz, Carolino, Philips ou equivalente. Tubulação deve ser similar às marcas Apollo, Zetone, Paschoal Tomeu ou equivalente.

3.11.14 Instalações Hidráulicas

Deve-se instalar uma torneira de uso geral 3/4” cromada em cavalete padrão comercial, na calçada do prédio da estação, sendo que a alimentação deve em tubo de pvc marrom enterrada envelopada, derivada de ponto indicado pela fiscalização com registro de gaveta 3/4” instalado em caixa de alvenaria 30 x 30 cm.

3.11.15 Estação de Tratamento e Drenagem

Conforme indicado em plantas e cortes, os efluentes de formol serão conduzidos por gravidade por tubulação de pvc esgoto Ø 50 mm soldável enterrada, desde sala de cadáveres até tanque de equalização. Daí são recalçados pelas bombas da casa de bombas por tubulação de pvc

1” para os reatores. Os reatores são de tubo tipo pvc marrom, com diâmetro de 100 mm x 3,00 m de comprimento sendo em duas baterias de 5cj apoiados sobre berço metálico conforme detalhes e cortes nas plantas fornecidas. Os reatores são fechados nas extremidades por flanges do mesmo material conforme indicado em plantas baixas e detalhes. A conexão da tubulação de recalque de 1’ com o reator é feita por flanges aparafusados removíveis cujo conjunto do kit é complementado por adaptadores e união para facilitar o manuseio dos reatores. Após o percurso pelos reatores os efluentes deságuam numa caixa de passagem em alvenaria e seguem por tubulação de pvc esgoto 50 mm enterrada até uma CXE (caixa de esgotos) existente. As bombas a serem fornecidas e instaladas, poderão ser tipo rotativas ou centrífugas conhecidas no mercado ou tipo dosadoras o que se melhor adaptar ou atender ao processo. Dentro da sala dos reatores, haverá um recipiente de acrílico de 25 cm de largura x 35 cm de comprimento x 35 cm de altura com tampa com fechamento hermético para atender a um volume de 25 litros de solução (Nutrientes), que deságua no tanque de equalização por bomba dosadora indicada pelo fabricante e de acordo com as informações contidas na tabela anexa fornecida. Todas as informações sobre o processo de tratamento estão no memorial específico “dimensionamento do sistema de tratamento das águas residuárias contendo formaldeído”

3.11.16 Pinturas

As faces extrenas das alvenarias estruturais onde foi executado revestimentos, devem receber duas demãos de selador acrílico e duas demãos no mínimo de tinta látex acrílico. A tinta deve ser de primeira linha da Coral, Suvinil ou Equivalente. Não serão permitidos respingos de tinta sobre as peças e pisos instalados. Os alçapões, estruturas de sustentação da estação, tubos do portão de tela e estrutura dos reatores devem receber duas demãos de tinta em esmalte sintético sobre fundo anticorrosivo. Aplicar tinta acrílica à base de água sobre as calçadas e passeios.

3.11.17 Serviços complementares

Refere-se este item à entrega da obra no que tange aos testes dos materiais instalados, limpeza final, recomposição da jardinagem do local implantado e planta “as built” da obra inclusive implantação em relação aos prédios vizinhos e a desmobilização de máquinas, equipamentos e container utilizado na obra.

3.11.18 Informações gerais

Fica a contratada responsável pela obra durante 5 anos conforme artigo 49 da lei 8666/93.

A entrega definitiva da obra dar-se-á depois de três meses de funcionamento ou a cargo da Contratante nos seus padrões habituais. Os croquis de localização e planta baixa constam nos Anexos I a IV deste projeto.

4 Resultados Esperados

Com a implantação da Estação de Tratamento de Resíduos de Formaldeído na FORP/USP, espera-se não apenas promover o descarte ambientalmente adequado desses resíduos, mas também a adoção de um método alternativo capaz de atender à demanda de geração/tratamento de formol na Unidade, reduzir os custos do processo e a exposição ocupacional em relação ao método convencional de tratamento via rota química (foto-fenton). De maneira geral, também se espera contribuir para a sustentabilidade socioambiental no *Campus* de Ribeirão Preto, bem como de sua comunidade externa, já que esta problemática pode afetar a saúde pública, incluindo, sobretudo, a possibilidade de aplicação dos resultados à efetiva Gestão Ambiental da USP. Também são resultados esperados deste projeto, que demonstra uma ação de conservação dos recursos naturais da Universidade, contribuir para a promoção de um ambiente saudável e seguro dentro do *Campus*, “educar com sustentabilidade”, construir uma Universidade sustentável, conduzindo-a para que se torne um modelo de sustentabilidade para a sociedade.

5 Cronograma de Execução

O cronograma de execução do projeto está descrito na tabela 2:

Tabela 2. Cronograma Físico/Financeiro – Projeto FORP/USP

CRONOGRAMA FÍSICO/FINANCEIRO			VALOR: R\$ 48.539,29			
ITEM	DESCRIÇÃO	% REL. AO GLOBAL	DIAS			TOTAL
			VALOR	30	60	
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	5,97%	%	50%	50%	2.896,70
			R\$	1.448,35	1.448,35	0,00
2	SERVIÇOS EM TERRA/REMOÇÕES/RETIRADAS	0,75%	%	100%		362,99
			R\$	362,99	0,00	0,00
3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURA	4,02%	%	100%		1.953,53
			R\$	1.953,53	0,00	0,00
4	SUPERESTRUTURA METÁLICA	6,04%	%	100%		2.932,62
			R\$	2.932,62	0,00	0,00
5	COBERTURA	2,18%	%	100%		1.060,06
			R\$	1.060,06	0,00	0,00
6	CAIXAS ALVENARIA	3,43%	%	100%		1.665,32

			R\$	1.665,32	0,00	
7	REVESTIMENTO DE PAREDES	0,42%	%	70%	30%	202,99
			R\$	142,09	60,90	
8	IMPERMEABILIZAÇÃO	0,22%	%	100%		107,32
			R\$	107,32	0,00	
9	TANQUE EQUALIZAÇÃO	3,37%	%	70%	30%	1.637,61
			R\$	1.146,32	491,28	
10	PISOS	2,46%	%	30%	70%	1.192,37
			R\$	357,71	834,66	
11	ELEMENTOS METÁLICOS	4,00%	%	20%	80%	1.939,29
			R\$	387,86	1.551,43	
12	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	14,01%	%	50%	50%	6.798,68
			R\$	3.399,34	3.399,34	
13	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	3,35%	%	50%	50%	1.628,40
			R\$	814,20	814,20	
14	SISTEMA DE TRATAMENTO E DRENAGEM	44,22%	%	40%	60%	21.466,24
			R\$	8.586,49	12.879,74	
15	PINTURAS	2,26%	%		100%	1.096,19
			R\$	0,00	1.096,19	
16	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	3,29%	%	40%	60%	1.599,00
			R\$	639,60	959,40	
				51,51%	48,49%	
				25.003,81	23.535,49	
	TOTAL	22,81%		51,51%	100,00%	48.539,29
				25.003,81	48.539,29	
			% =	Físico		
			R\$ =	Financeiro		

6 Orçamento

A tabela 3 apresenta o orçamento do custo total para execução do projeto.

Tabela 3. Orçamento – Projeto FORP/USP

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO MAT (R\$)	PREÇO M.O. (R\$)	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1	SERVIÇOS PRELIMINARES						
1.1	Container para guarda de materiais	um/mês	2,00	560,88	0,00	560,88	1.121,76
1.2	Locação -Sanitário químico de 1,00x1,00m e reservatório de 227litros	mês	2,00	539,97	0,00	539,97	1.079,94
1.3	Limpeza e raspagem do solo	m ²	49,13	0,00	1,85	1,85	90,89
1.4	Instalações provisórias de água e força no local	vb	1,00	246,00	123,00	369,00	369,00
1.5	Locação da Obra	m ²	8,88	4,56	3,91	8,47	75,21
1.6	Sinalização de alerta e desvio do local	vb	1,00	123,00	36,90	159,90	159,90
	Total do item						2.896,70
2	SERVIÇOS EM TERRA/REMOÇÕES/RETIRADAS						

2.1	Aterro apiloado com material de empréstimo conforme planta e cortes	m ³	2,75	34,44	33,78	68,22	187,80
2.2	Escavação manual de valas para tubulações	m ³	2,09	0,00	41,40	41,40	86,32
2.3	Reaterro mecanizado de valas	m ³	2,09	21,39	0,00	21,39	44,60
2.4	Demolição de pisos com contrapisos	m ²	3,00	0,00	14,76	14,76	44,28
Total do item							362,99
3	FUNDAÇÕES E ESTRUTURA						
3.1	Escavação manual de valas	m ³	2,13	0,00	41,40	41,40	88,23
3.2	Apiloamento de fundo	m ²	5,33	0,00	5,54	5,54	29,52
3.3	Lastro de brita 5cm	m ²	5,33	4,73	1,04	5,77	30,74
5.1	Assentamento de blocos estruturais de concreto de 14 x 19 x 39 cm, FCk 2,5 Mpa, com argamassa de cimento e areia traço 1:4, juntas de 1cm, contorno da estação e muretas de contenção da canaleta meia cana existente	m ²	11,98	47,48	26,47	73,95	885,92
3.5	Armação CA50/60	kg	31,90	4,12	1,73	5,85	186,62
3.6	Concreto grout cimento/areia/pedrisco traço 1:3:3, incl lançamento	m ³	1,32	270,60	264,45	535,05	705,09
3.8	Reaterro apiloado de valas	m ³	2,13	0,00	12,87	12,87	27,41
Total do item							1.953,53
4	SUPERESTRUTURA METÁLICA						
4.1	Estrutura metálica da cobertura, da plataforma de apoio dos reatores, conforme prjetos	kg	220,00	13,33	0,00	13,33	2.932,62
Total do item							2.932,62
5	COBERTURA						
5.1	Estrutura metálica em terças, apoio em viga metalon 50x50 #18, conforme projeto	kg	20,61	13,33	0,00	13,33	274,77
5.2	Telhamento em chapa de aço pré-pintada com epóxi e poliéster, perfil trapezoidal, com espessura de 0,50 mm e altura 40 mm	m ²	12,46	51,44	11,61	63,05	785,29
Total do item							1.060,06
6	CAIXAS ALVENARIA						
6.1	Casa de bombas em alvenaria tijolos comuns de 1 vez com tampa dim = 1,00x1,00x1,90m livre, incluindo base, tampa, escavação, reaterro e revestimento interno cim/areia traço 1:4	un	1,00	676,40	988,92	1.665,32	1.665,32
Total do item							1.665,32
7	REVESTIMENTO DE PAREDES						
7.1	Chapisco face externa alvenaria estrutural e muretas	m ²	8,95	1,61	3,22	4,83	43,23
7.2	Emboço desempenado com espuma de poliester (massa única interna e externa)	m ²	8,95	5,65	12,20	17,85	159,76
Total do item							202,99
8	IMPERMEABILIZAÇÃO						
8.1	Impermeabilização da casa de bombas (paredes e piso), tipo rígida com aplicação de uma demão de tinta betuninosa	m ²	6,60	10,30	5,96	16,26	107,32
Total do item							107,32
9	TANQUE EQUALIZAÇÃO						
9.1	Escavação manual de valas	m ³	5,04	0,00	41,40	41,40	208,66

9.2	Apiloamento de fundo	m ²	3,15	0,00	5,54	5,54	17,45
9.3	Lastro de brita	m ²	3,15	4,73	1,04	5,77	18,18
	Tanque de equalização em tubo de concreto (PA-1), DN= 1500mm H=1,50m	un	1,00	832,10	83,64	915,74	915,74
9.5	Armação CA50/60-5,0c/15cm nos 2 sentidos - fundo e tampa	kg	9,60	4,12	1,73	5,85	56,16
9.6	Concreto fck 20MPa, incl lançamento, base fundo 15cm e tampa 10cm	m ³	0,44	327,95	80,26	408,21	180,82
9.7	Reaterro apiloado de valas	m ³	0,32	0,00	12,87	12,87	4,05
9.8	Espalhamento de terra excedente no local	m ³	4,73	2,14	0,28	2,42	11,43
9.9	Regularização detanque equalização paredes e fundo	m ²	5,02	9,70	6,53	16,23	81,48
9.10	Impermeabilização com cimento cristalizante para pressão hidrostática positiva	m ²	5,02	16,99	11,62	28,61	143,63
	Total do item						1.637,61
10	PISOS						
10.1	Lastro de concreto fck 20MPa armado espessura 10cm com 1 tela Q92 interno	m ²	8,88	40,73	9,84	50,57	449,06
10.2	Piso cimentado desempenado alisado interno impermeabilizado e=3cm com caimento para o ralo	m ²	8,88	9,38	19,83	29,21	259,38
10.3	Aplicação de tinta 100% acrílica sobre piso interno	m ²	8,88	9,57	13,06	22,63	200,95
10.4	Calçadas externas em concreto desempenado 6cm, juntas cortadas cada 1,50m, inclusive preparo de caixa	m ²	1,63	19,63	9,84	29,47	48,04
10.5	Recomposição de calçadas danificadas	m ²	3,00	20,91	12,30	33,21	99,63
10.6	Recomposição de pisos internos com argamassa sobre lastro	vb	1,00	61,50	73,80	135,30	135,30
	Total do item						1.192,37
11	ELEMENTOS METÁLICOS						
11.1	Alçapão em chapa lisa 14, dim= 60x60cm livre, com cadeado de segurança	un	2,00	184,50	24,60	209,10	418,20
11.2	Portão tubular em tubo aço carbono 2" com tela galvanizada em requadro de cantoneira no contorno, fixado em montantes do mesmo tubo entramento na cobertura, dim =1,00x2,10 de vão de luz	cj	1,00	657,30	164,33	821,63	821,63
11.3	Tela galvanizada fio 14, malha 2" (fechamento de contorno da estação, fixada com 4 fios de arame galvanizado nº 10	m	27,08	18,45	7,38	25,83	699,46
	Total do item						1.939,29
12	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS						
12.1	Alimentação:	un					
12.1.1	Disjuntor tripolar 50A com suporte em caixa	un	1,00	81,68	29,09	110,77	110,77
12.1.2	Eletroduto de polietileno 1 1/4"x2,5mm - enterrada	m	50,00	15,07	7,38	22,45	1.122,50
12.1.3	Cabo 16mm ² x1000V	m	200,00	7,04	0,97	8,01	1.602,00
12.1.4	Caixa de passagem em chapa, com tampa parafusada, 200 x 200 x 100 mm	un	3,00	25,51	9,70	35,21	105,63
12.2	Distribuição:						
12.2.1	Eletroduto fz 3/4" aparente com acessórios de fixação	m	18,00	5,62	19,40	25,02	450,36
12.2.2	Eletroduto de polietileno 3/4"x2,5mm - enterrado	m	12,00	8,52	7,38	15,90	190,80

12.2.3	Cabo 2,5mm ² x750V	m	100,00	1,11	0,65	1,76	176,00
12.2.4	Cabo 4,0mm ² x750v	m	100,00	1,70	0,65	2,35	235,00
12.2.5	Centro externo trifásico para 15 disjuntores com barramento	un	1,00	214,02	65,19	279,21	279,21
12.2.6	Disjuntor tripolar 30A	un	4,00	57,29	29,09	86,38	345,52
12.2.7	Disjuntor tripolar 15A	un	4,00	57,29	29,09	86,38	345,52
12.2.8	Disjuntor monopolar 20A	un	3,00	8,03	9,70	17,73	53,19
12.2.9	Condutele 3/4" alumínio tipos diversos	un	14,00	14,92	16,16	31,08	435,12
12.2.10	Caixa de passagem em chapa, com tampa parafusada, 100 x 100 x 80 mm	un	3,00	10,46	9,70	20,16	60,48
12.2.11	Luminária 2x32W reator eletrônico de sobrepor	un	1,00	147,60	98,40	246,00	246,00
12.2.12	Tomada universal 2p+t	un	2,00	9,84	9,84	19,68	39,36
12.2.13	Interruptor simples 1 tecla	un	1,00	6,15	11,07	17,22	17,22
12.2.14	Caixa de passagem de alvenaria com tampa 20cm acima do nível do solo dim=50x50x60cm livre	un	2,00	221,40	270,60	492,00	984,00
Total do item							6.798,68
13	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS						
13.1	Tubo pvc 3/4" enterrado incl conexões	m	30,00	6,97	16,97	23,94	718,20
13.2	Cavelete pvc para ponto de torneira de lavagem	cj	1,00	159,90	159,90	319,80	319,80
13.3	Torneira de lavagem cromada c23 de parede	un	1,00	30,75	18,45	49,20	49,20
13.4	Registro gaveta 3/4" bruto em caixa de passagem	un	1,00	252,15	289,05	541,20	541,20
Total do item							1.628,40
14	SISTEMA DE TRATAMENTO E DRENAGEM						
14.1	Tubo pvc rígido esgoto ø 60mm (2")-enterrado	m	10,00	9,42	27,15	36,57	365,70
14.2	Tubo pvc rígido esgoto ø 75mm (2")-enterrado	m	5,00	18,38	11,82	30,20	151,00
14.3	Tubo pvc 3/4" marrom enterrado incl conexões - enterrado	m	10,00	6,97	16,97	23,94	239,40
14.4	Tubo pvc 1" marrom (instalações diversas)- (material)	m	18,00	11,59	0,00	11,59	208,62
14.5	Conexões 1" diversas(Te, Cot.,curvas, luvas, Adaptadores, flanges,etc) (material)	un	60,00	2,73	0,00	2,73	163,80
14.6	Tubo pvc 1/2" marrom (instalações diversas)	m	5,00	5,12	0,00	5,12	25,60
14.7	Conexões 1/2" diversas(Te, Cot.,curvas, luvas, Adaptadores, flanges,etc) (material)	un	22,00	1,05	0,00	1,05	23,10
14.8	Registro gaveta 1" bruto	un	5,00	38,03	25,46	63,49	317,45
14.9	Registro gaveta 3/4" bruto	un	1,00	25,98	20,37	46,35	46,35
14.10	Registro gaveta 1/2" bruto	un	2,00	23,62	15,28	38,90	77,80
14.11	Torneiras uso geral cromadas 1/2"	un	12,00	24,60	0,00	24,60	295,20
14.12	Bombas de recalque 0,5hp	un	2,00	1.076,91	1.076,91	2.153,82	4.307,64
14.13	Bomba dosadora saída 1/2" (diafragma)	un	1,00	1.928,53	1.928,53	3.857,06	3.857,06
14.14	Tubo pvc marrom Ø 100mm (reatores) com enchimento de cubos de poliuretano	m	30,00	63,32	12,30	75,62	2.268,60
14.15	Extremidade com colarinho, linha industrial, flange com contra flange cega linha coletor público Ø 100mm ocre (material)	cj	20,00	307,50	0,00	307,50	6.150,00
14.16	Adaptador com flange pvc marrom Ø 1"(material)	cj	20,00	11,81	0,00	11,81	236,20

14.17	Tanque plástico 30L (reservatório de vitaminas) translúcido em pvc ou plástico ou acrílico (material)	un	1,00	559,64	0,00	559,64	559,64
14.18	Encamisamento tubulação esgoto com tubo de aço carbono preto sem costura Schedule 40, DN= 4' -	m	1,00	161,15	18,45	179,60	179,60
14.19	Grelha em alumínio comercial de piso em canaleta	un	1,00	49,20	49,20	98,40	98,40
14.20	Ralo sifonado 150x150x50mm	un	1,00	49,46	33,94	83,40	83,40
14.21	Cordão de contenção de contorna da estação em 1 tijolo comum assentado com cimento e areia revestido (dim=10x5cm)	ml	13,30	8,61	9,84	18,45	245,39
14.22	Rebaixar canaletas de tubos meia cana existentes em 25cm, conforme indicado em projetos	ml	3,00	6,15	24,60	30,75	92,25
14.23	Acessórios diversos	vb	1,00	737,02	737,02	1.474,04	1.474,04
	Total do item						21.466,24
15	PINTURAS						
15.1	Látex acrílico externo - paredes estruturais	m ²	7,68	5,93	13,06	18,99	145,84
15.2	Esmalte sobre fundo em esquadria metálicas e estruturas metálicas	m ²	22,10	9,27	18,30	27,57	609,19
15.3	Pintura acrílica sobre pavimentos externos	m ²	1,63	9,57	13,06	22,63	36,89
15.4	Pintura em estruturas metálicas	m ²	12,46	9,14	15,29	24,43	304,28
	Total do item						1.096,19
16	SERVIÇOS COMPLEMENTARES						
16.1	Limpeza final da obra	vb	1,00	492,00	492,00	984,00	984,00
16.2	Desmobilização e " as built"	vb	1,00	307,50	307,50	615,00	615,00
	Total do item						1.599,00
	Total da Obra						48.539,29

7 Referências Bibliográficas

ADROER, N.; CASAS, C.; DE MAS, C.; SOLÁ, C. Mechanisms of formaldehyde biodegradation by *Pseudomonas putida*. **Applied Microbiology Biotechnology**, Heidelberg, v. 33, p. 217-220, 1990.

CASTEEL, S.W.; VERNON, R.J.; BAILEY, E.M. (1987). Formaldehyde: Toxicology and Hazards. *Veterinary and Human Toxicology*, v. 29, p. 31-33, Febr.

EDWARDS, F.G.; EGEMEN, E.; BRENNAN, R.; NIRMALAKHANDAN, N. (1999). Ranking of toxics release inventory chemicals using a level III fugacity model and toxicity. *Water Science and Technology*, v. 39, n. 10-11, p. 83-90.

FONSECA, J.C.L. Avaliação de Métodos para Tratamento de Resíduos Químicos originados em Laboratórios Biológicos. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química de Araraquara. Araraquara; [s.n.], 2006, 135 f.: il.

GRAFSTROM, R.C.; CURREN, R.D.; HARRIS, C.C. (1985). Genotoxicity of Formadehyde in Cultured Human Bronchial Fibroblasts. *Science*, v. 228, p. 89-91, Apr.

MSDS – Material Safety Data Sheet – Eletrônica. (2011). F 5522 (Formaldehyde). Avantor Performance Materials, Inc.; J.T. Baker. Center Valley, PA, USA. Disponível em: <http://www.avantormaterials.com/documents/MSDS/usa/English/F5522_msds_us_Default.pdf>. Acessado em 11 maio 2013.

NOGUEIRA, M.I.; BARBIERI, C.; VIEIRA, R.; MARQUES, E.R.; MORENO, J.E.H. (1997). A Pratical Device for Histological Fixative Procedures that Limits Formaldehyde Deleterious Effects in Laboratory Environments. *Journal of Neuroscience Methods*, v. 72, p. 65-70.

OLIVEIRA, S. V. W. B; MORAES, E.M.; ADORNO, M.A.T.; VARESCHE, M.B.A.; FORESTI, E.; ZAIAT, M. Formaldehyde degradation in an anaerobic packed-bed bioreactor. **Water Research**, Londres, v. 38, p. 1685-1694, 2004.

OLIVEIRA, S.V.W.B.; ZAIAT, M. Gerenciamento de solução de formol em laboratórios de anatomia. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, v. 1, p. 18-25, out. 2004.