

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL**  
**CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**  
**UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE DOURADOS**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**HELOÍZA RAFFA DE OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE MÓDULOS DIDÁTICOS DE ENSINO PARA O  
LABORATÓRIO DO CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL -  
UEMS**

**DOURADOS**

**2015**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL**  
**CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**  
**UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE DOURADOS**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**HELOÍZA RAFFA DE OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE MÓDULOS DIDÁTICOS DE ENSINO PARA O  
LABORATÓRIO DO CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL -  
UEMS**

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química Industrial da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como requisito para a obtenção do título de graduada em Química Industrial, sob orientação da Professora Dra. Jandira Aparecida Simoneti.*

**DOURADOS**

**2015**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Jandira Aparecida Simoneti – QUÍMICA/UEMS**  
**(Orientadora)**

---

**Profa. Dra. Leila Cristina Konradt Moraes – QUÍMICA/UEMS**

---

**Profa. Dra. Marcelina Ovelar Solaliendres – QUÍMICA/UEMS**

**Dourados, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho de conclusão de curso aos meus pais, Gilberto e Glória, e ao meu noivo, que sempre me apoiaram e me ajudaram a chegar até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus, por me presentear com a vida.

Aos meus pais, Gilberto e Gloria, e ao meu irmão, Luis Gustavo, pela dedicação, pela paciência, pelo apoio dado nesse período, pela total doação, principalmente nos momentos de dificuldades. E também por todos os conselhos dados durante esses anos.

Ao meu noivo, pelo incentivo dado a cada dia, pelas palavras de conforto e por não me deixar desistir dos meus objetivos nos momentos de dificuldades.

Aos grandes amigos que nesta cidade conquistei: Bibiana, Mariana Sidel, Giovanna, Anderson, Elliel, Hérison, Luiz Afonso, Gilvan e Heverton pelo companheirismo, nos momentos de dificuldades e de alegrias.

A minha orientadora Profa. Dra. Jandira Aparecida Simoneti, pela orientação e paciência.

A todos os professores desta Universidade, pelos conhecimentos compartilhados.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão de mais uma etapa da minha vida, meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

As aulas práticas são obrigatórias e de suma importância para o ensino superior de Química Industrial e demandam de um laboratório adequado e com equipamentos que proporcionam a elaboração de práticas para o melhor aprendizado do aluno. Este trabalho de conclusão de curso visa fazer propostas de adequações físicas, de condições de segurança e de módulos didáticos de ensino para o desenvolvimento de algumas das disciplinas de cunho tecnológico do curso de Química Industrial da UEMS. Um laboratório de química demanda de vários requisitos para a aplicação de aulas experimentais, tais como: infraestrutura básica, segurança, e equipamentos, como por exemplo, módulos didáticos de ensino. Após consultar o Projeto Pedagógico e analisar as ementas das disciplinas de cunho tecnológico, foi realizado o levantamento de módulos didáticos de ensino para atender cada disciplina. Espera-se que este trabalho auxilie a Coordenação do Curso de Química Industrial da UEMS no planejamento de um consistente laboratório para que futuramente atenda a todas as disciplinas de cunho tecnológico deste curso.

**Palavras chaves:** Laboratório, módulos, industrial, estudo tecnológico.

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	American Society for Testing and Materials
AUT	Altura da Unidade de Transferência
CA	Certificado de Aprovação
CI	Comunicação Interna
CNE/CES	Conselho Nacional de Educação e Câmara de Ensino Superior
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ETA	Estação de Tratamento de Água
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
MEC	Ministério da Educação
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
NUT	Número de Unidades de Transferência
pH	Potencial de Hidrogênio
PVC	Cloreto de Polivinila
SIT	Secretaria de Inspeção do Trabalho
UEMS	Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
UFGD	Universidade Federal da Grande Dourados

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 Experimentação no Ensino Superior de Química .....	11
1.2 Laboratório de Química.....	12
1.3 A Experimentação no Curso de Bacharelado em Química Industrial – UEMS .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 Gerais .....	14
2.2 Específicos .....	14
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
<b>4 PROPOSTA DE UM LABORATÓRIO DE QUÍMICA INDUSTRIAL</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1 INFRAESTRUTURA BÁSICA</b> .....	<b>16</b>
4.1.1 Ventilação e Exaustão.....	16
4.1.1.1 Capelas e Coifas .....	16
4.1.3 Bancadas de Trabalho.....	17
4.1.4 Mobiliário .....	18
4.1.5 Proteção Contra Incêndio.....	28
4.1.6 Saída de Emergência .....	19
<b>4.2 SEGURANÇA EM LABORATÓRIO DE QUÍMICA</b> .....	<b>19</b>
<b>4.2.1 Sinalização</b> .....	<b>20</b>
4.2.1.1 Sinalização de Segurança.....	21
4.2.1.2 Formas de Sinalização .....	21
4.2.1.3 Mapa de Risco .....	22
<b>4.2.2 Equipamentos de Emergência e de Proteção Individual (EPIs)</b> .....	<b>23</b>
4.2.2.1 Equipamentos de Emergência .....	23
4.2.2.1.1 Chuveiro de Emergência e “Lava-olhos” .....	24
4.2.2.1.2 Extintores de Incêndio.....	24
4.2.2.1.2.1 Extintor de Pó Químico Seco.....	25
4.2.2.1.2.2 Extintor de Gás Carbônico (CO <sub>2</sub> ) .....	26
4.2.2.1.2.3 Extintor de Água Pressurizada - Pressão Permanente.....	26
4.2.2.1.2.4 Extintor de Água - Pressão Injetada.....	26
4.2.2.1.2.5 Extintor de Espuma Mecânica .....	26
4.2.2.1.3 Manta Corta-fogo.....	26

4.2.2.2 Equipamentos de Proteção Individual .....	27
4.2.2.2.1 Proteção para os Olhos.....	27
4.2.2.2.2 Proteção Respiratória .....	27
4.2.2.2.3 Proteção para Mãos.....	28
4.2.2.2.4 Proteção para Pernas e Pés .....	28
4.2.2.2.5 Proteção para Tronco e Braços.....	28
<b>4.3 EXPERIMENTAÇÃO EM CURSOS DE QUÍMICA INDUSTRIAL E QUÍMICA TECNOLÓGICA.....</b>	<b>28</b>
4.3.1 Experimentação em cursos nacionais de graduação de Química Industrial e Química Tecnológica .....	29
4.3.2 A Experimentação no Curso de Bacharelado em Química Industrial – UEMS ..	30
<b>4.4 PROPOSIÇÕES DE MÓDULOS DIDÁTICOS DE ENSINO PARA REALIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS NO CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL - UEMS.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.1 Disciplina: Higiene e Segurança do Trabalho .....</b>	<b>31</b>
4.4.1.1 Equipamentos .....	31
4.4.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos .....	31
<b>4.4.2 Disciplina: Operações Unitárias I e II .....</b>	<b>31</b>
4.4.2.1 Equipamentos .....	31
4.4.2.1.1 Medidor Venturi para Medição de Vazão .....	31
4.4.2.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	31
4.4.2.1.2 Experimento de Reynolds .....	32
4.4.2.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	32
4.4.2.1.3 Planta Piloto de Destilação em Batelada.....	32
4.4.2.1.3.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	32
4.4.2.1.4 Absorção Gás Líquido.....	32
4.4.2.1.4.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	33
4.4.2.1.5 Evaporador Flash Controlado .....	33
4.4.2.1.5.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	33
<b>4.4.3 Disciplina: Processos de Controle Ambiental.....</b>	<b>34</b>
4.4.3.1 Equipamentos .....	34
4.4.3.1.1 Planta Piloto de Tratamento Aeróbio de Água.....	34
4.4.3.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	34
4.4.3.1.2 Tratamento Anaeróbico de Efluentes ou Esgoto .....	34

4.4.3.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	34
4.4.3.1.3 Planta Piloto Automatizada de Coagulação, Flocculação e Decantação ...	34
4.4.3.1.3.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	34
<b>4.4.4 Disciplina: Processos Químicos Industriais Inorgânicos .....</b>	<b>35</b>
4.4.4.1 Equipamentos .....	35
4.4.4.1.1 Reatores Contínuos .....	35
4.4.4.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	35
<b>4.4.5 Disciplina: Processos Químicos Industriais Orgânicos .....</b>	<b>35</b>
4.4.5.1 Equipamentos .....	35
4.4.5.1.1 Mini Refinaria de Petróleo .....	35
4.4.5.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	36
4.4.5.1.2 Destilação em Batelada de Produtos de Petróleo .....	36
4.4.5.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	36
<b>4.4.6 Disciplina: Tecnologia de Carnes, Pescados e Derivados.....</b>	<b>36</b>
4.4.6.1 Equipamentos .....	36
4.4.6.1.1 Cutter + Processador de Alimentos.....	36
4.4.6.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	37
4.4.6.1.2 Desidratador/Defumador.....	37
4.4.6.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	37
<b>4.4.7 Disciplina: Tratamento de Efluentes Industriais .....</b>	<b>37</b>
4.4.7.1 Equipamentos .....	37
4.4.7.1.1 Tratamento de Efluentes Químicos.....	37
4.4.7.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	38
4.4.7.1.2 Filtração em Carvão Ativado para Adsorção de Poluentes Orgânicos ....	38
4.4.7.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	38
4.4.7.1.3 ETA de Bancada .....	38
4.4.7.1.3.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	39
<b>4.4.8 Disciplina: Tecnologia de Fermentação .....</b>	<b>39</b>
4.4.8.1 Equipamentos .....	39
4.4.8.1.1 Fermentador Tryton .....	39
4.4.8.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	39
4.4.8.1.2 Fermentador em Aço Inox de 10L.....	40
4.4.8.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	40
<b>4.4.9 Disciplina: Tecnologia de Processamento de Cana-de-Açúcar .....</b>	<b>40</b>

4.4.9.1 Equipamentos .....	40
4.4.9.1.1 Planta de Bioetanol .....	40
4.4.9.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	40
4.4.9.1.2 Mini Usina de Biodiesel.....	41
4.4.9.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos.....	41
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>
ANEXO A – Resistência Química de Luvas Utilizadas em Laboratório	
ANEXO B – Ementas das Disciplinas Aplicadas do Curso de Química Industrial da UEMS	

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Experimentação no Ensino Superior de Química

As aulas práticas são obrigatórias no ensino superior de Química e demandam uma carga horária considerável do currículo. O parecer do CNE/CES (Conselho Nacional de Educação e Câmara de Educação Superior) 1.303/2001 define o perfil do bacharel em Química:

*O Bacharel em Química deve ter formação generalista, com domínio das técnicas básicas de utilização de laboratórios e equipamentos, com condições de atuar nos campos de atividades socioeconômicas que envolvam as transformações da matéria; direcionando essas transformações, controlando os seus produtos, interpretando criticamente as etapas, efeitos e resultados; aplicando abordagens criativas à solução dos problemas e desenvolvendo novas aplicações e tecnologias (BRASIL, 2001).*

As aulas prático-experimentais podem auxiliar o aluno a transpor a barreira entre teoria e prática. Os estudantes podem através das aulas forjarem ligações entre os conceitos teóricos e as observações experimentais. Embora com outros métodos o aluno possa adquirir habilidade de manipulação, por meio da aula prático-experimental o aluno está diretamente envolvido com a parte prática do trabalho científico, ele vivencia outras sensações ligadas a sua busca científica como responsabilidade, objetividade, satisfação, perseverança, e adquire segurança com o passar do tempo. Tal fato é de extrema importância, pois há uma associação entre o fazer ciência e suas implicações. A ciência é principalmente uma atividade prática, além de teórica, o que faz com que seu ensino no laboratório seja um elemento indispensável (SATO, 2011).

O laboratório é organizado como um meio de oferecer melhor entendimento e apreciação do conteúdo da disciplina, complementa as aulas teóricas, tendo como função ilustrar e confirmar fatos, fenômenos, conceitos ou teorias, lustra e amplia os assuntos abordados nas aulas teóricas, apresenta um novo tópico teórico, verifica experimentalmente as leis teóricas. Essas experiências servem, quando bem escolhidas e planejadas, para ilustrar conceitos abstratos oferecendo aos alunos uma oportunidade de trabalhar com o mundo real (GAMA, *et al.*, 1990)

Graças às atividades experimentais o aluno é iniciado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “linguagens”, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um

olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento (SERÉ *et al.*, 2003).

A aula prático-experimental contribui para uma melhor concepção de relação teoria e prática, pois, o aluno tem a visão do experimento como parte integrante da teoria. Realiza o experimento, sabendo o que procura, apresenta um embasamento teórico (a teoria guia a projeção do experimento) para determinar a validade de sua hipótese (o experimento promove uma evidência para sua proposição teórica) (SATO, 2011).

## **1.2 Laboratório de Química**

Para a realização de aulas experimentais é necessário ter um local apropriado, montado corretamente e com os equipamentos necessários para a realização de experimentos. O laboratório de química deve ter alguns requisitos tais como: infraestrutura básica e segurança.

Um requisito indispensável no planejamento e montagem de um laboratório é a segurança dos alunos, professores e técnicos, devendo ser obrigatoriamente um ambiente seguro, dispondo de todos os equipamentos de proteção que sejam necessários para a execução das atividades laboratoriais, além das devidas sinalizações de segurança.

A montagem do laboratório precisa estar de acordo com as Normas Regulamentadoras (NR's) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e Normas Brasileiras (NBRs), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

O laboratório é geralmente considerado um lugar com alto potencial de acidentes, devido à natureza dos produtos químicos manuseados, os tipos de equipamentos e utensílios operados, além da vasta escala de atividades que são desenvolvidas no local. Estatísticas podem apontar que a frequência de acidentes em laboratórios é relativamente baixa, mas o importante a considerar são as graves consequências que eles podem causar aos acidentados, por isso, uma estrutura bem construída e montada oferece aos usuários maior tranquilidade para executarem suas atividades com excelência e segurança.

Além desses requisitos básicos de um laboratório de química são necessários módulos didáticos de ensino e experimentos para o desenvolvimento de atividades experimentais nas áreas de interesse, como por exemplo, na área de tecnologia.

## **1.3 A Experimentação no Curso de Bacharelado em Química Industrial – UEMS**

O curso de Bacharelado em Química Industrial é ofertado na UEMS - Unidade de Dourados desde 2009. Para a realização das aulas experimentais das disciplinas do núcleo de conteúdos básicos essenciais, o curso conta com 3 laboratórios de ensino.

Nesses 3 laboratórios são desenvolvidos experimentos de Química Analítica Qualitativa e Quantitativa, Inorgânica, Orgânica, Físico-Química e Química Geral. Porém disciplinas como Operações Unitárias I e II, Processos Químicos Industriais Inorgânicos e Orgânicos, Processos de Controle Ambiental, Tecnologia de Fermentações, Tecnologias de Carnes, Pescados e Derivados, Tecnologia de Processamento da Cana-de-Açúcar, Tratamento de Efluentes Industriais e Higiene e Segurança do Trabalho, que pertencem ao núcleo de conteúdos profissionais essenciais não estão sendo ministradas em caráter teórico/prático-experimental por falta de equipamentos para execução de experimentos. Mesmo assim, desde o início de sua implantação o curso vem buscando alternativas de ofertar atividades experimentais específicas da área tecnológica através de projetos de extensão (produção de sabão e detergente), projetos de pesquisas (produção de etanol e biodiesel) e estágio obrigatório (produção de cerveja) que atendam parte dos conteúdos das disciplinas profissionais essenciais dadas no Projeto Pedagógico do curso.

Para que futuramente o curso possa ofertar mais atividades práticas específicas em seus laboratórios, pensou-se em fazer uma proposta de módulos didáticos de ensino apropriados para o desenvolvimento de tais atividades. Portanto esse trabalho de conclusão de curso pode se tornar muito oportuno no sentido de induzir a viabilidade de elaboração e execução de um projeto para a implantação dessas aulas práticas e da compra de novos módulos didáticos para o laboratório de Química Industrial.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Gerais**

Fazer propostas de adequações físicas, de condições de segurança e de módulos didáticos de ensino para o desenvolvimento de algumas das disciplinas de cunho tecnológico do curso de Química Industrial da UEMS de Dourados.

### **2.2 Específicos**

Levantar na literatura adequações físicas e condições de segurança de operação de um laboratório de Química Industrial;

Propor módulos didáticos de ensino a fim de contemplar parte de conteúdos ministrados nas disciplinas de cunho tecnológico do curso de Química Industrial da UEMS conforme o Projeto Pedagógico.

## **3 METODOLOGIA**

Atualmente não há um laboratório de Química Industrial para atender as disciplinas de cunho tecnológico, porém há previsão de construção do mesmo no Projeto Pedagógico do curso de Química Industrial.

Através da Comunicação Interna (CI) nº 038/2010 e da CI nº 015/2011 foi solicitado à Gerência e à Reitoria, respectivamente, a construção de um laboratório de Química Industrial de mesma área que o Laboratório Geral de Ensino, 100 m<sup>2</sup>.

Com a entrega do Bloco G da UEMS - Unidade de Dourados, no presente ano a coordenação do Curso de Química Industrial, enviou CI à gerência da Unidade, reiterando a necessidade de laboratório para o curso e solicitou que nessa readequação de espaço, o curso seja contemplado.

Simultaneamente a essa luta pela conquista do laboratório de Química Industrial, neste trabalho de conclusão de curso tem-se a preocupação de vislumbrar várias montagens e equipamentos para realização de experimentos dos conteúdos de cunho tecnológico.

Para fazer tais propostas foi necessário:

Pesquisar todas as universidades do país com o curso de Química Industrial, ou Química com Atribuições Tecnológicas, cadastradas pelo MEC;

Consultar os projetos pedagógicos ou a grade curricular de todos os cursos cadastrados;

Pesquisar quais os cursos que possuem disciplinas aplicadas experimentais, e quais montagens e equipamentos utilizados para o desenvolvimento das aulas aplicadas;

Levantar os equipamentos específicos para cada disciplina aplicada através de catálogos e sites.

## **4 PROPOSTA DE UM LABORATÓRIO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

### **4.1 INFRAESTRUTURA BÁSICA**

#### **4.1.1 Ventilação e Exaustão**

Um laboratório deve necessariamente contemplar um eficiente sistema de exaustão e ventilação, corretamente projetado para as atividades que ali serão desenvolvidas, incluindo capelas, coifas, ar condicionado, exaustores e ventiladores, pois a emissão de gases formados pelos produtos químicos de forma natural, ou pela aplicação em equipamentos e máquinas laboratoriais, podem causar danos irreversíveis à saúde dos usuários do local.

O projeto de ventilação geral deve contemplar a troca contínua do ar fornecido ao laboratório de forma a não permitir a concentração de substâncias odoríferas e/ou tóxicas no transcorrer da jornada de trabalho. Por se tratar da parte mais complexa na montagem de um laboratório, recomenda-se seguir as orientações de profissional habilitado da área de ventilação industrial (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Nota-se que a construção de um laboratório está cercada de detalhes que demandam da participação de bons profissionais, especialistas em diversas áreas e ressalta-se que a manutenção do sistema de ventilação e exaustão deve ser periódica e realizada por empresas e/ou pessoas especializadas, a fim de garantir a eficiência no funcionamento das instalações.

##### **4.1.1.1 Capelas e Coifas**

Cada etapa da construção de um laboratório deve ser cuidadosamente analisada, inclusive prevendo a disposição e instalação de equipamentos importantes para as atividades laboratoriais, como é o caso das coifas e capelas.

Segundo Oliveira *et al.* (2007), a realização de atividades laboratoriais perigosas jamais pode ser desenvolvida sobre bancadas em locais abertos. Entende-se como atividades laboratoriais perigosas toda aquela que envolva riscos de incêndio ou explosão, liberação de gases ou vapores tóxicos, corrosivos ou agentes biológicos patogênicos. A condução deste tipo de operação deve necessariamente ocorrer em capelas apropriadas para a situação. O assunto é tão sério que em um projeto de construção do laboratório, as capelas devem ser instaladas em áreas afastadas das portas e saídas de emergência, e onde não tenha a ocorrência

de trânsito intenso de pessoas, evitando assim o deslocamento no ar que podem causar o arraste de contaminantes de dentro da capela.

As capelas devem ser construídas com material quimicamente resistente, possuir sistema de exaustão, com no mínimo dois pontos de captação de gases e vapores, sendo um inferior ao nível do tampo e um superior ao nível do teto, e potência para promover exaustão dos gases e vapores de solventes. A altura das chaminés das capelas deve ser de 2 a 3 m acima do telhado, para que, em situações normais, os gases emitidos sejam diluídos no ar (MARIANO *et al.*, 2012).

Conforme Oliveira *et al.* (2007), ao que se refere às chaminés, quando existir o risco de contaminação das imediações, por exemplo, estacionamentos, escritórios e residências, é recomendável que seja instalado lavadores de gases, situação esta que vai favoravelmente de encontro com atitudes de preservação do Meio Ambiente, emitindo gases em níveis aceitáveis e absorvíveis pelo ar.

As coifas são destinadas à captação de vapores, névoas, fumos e pós dispersos no ambiente. Recomendando-se que sejam instaladas sobre as cubas de lavagem de vidrarias (MARIANO *et al.*, 2012).

#### **4.1.3 Bancadas de Trabalho**

De acordo com Oliveira *et al.* (2007), a disposição ou colocação das bancadas no laboratório pode ser classificada em 4 tipos:

*“Ilha” – geralmente se encontra no centro da sala, com os usuários em sua volta. É totalmente isolada e quase sempre têm pias nas extremidades e uma prateleira central.*

*“Península” – possui um de seus lados acoplado a uma parede, e dessa forma deixa três lados para uso dos usuários.*

*“Parede” – está totalmente anexada a uma parede, deixando apenas um de seus lados para os usuários. É quase sempre usado para estufas, muflas, balanças, potenciômetros, entre outros.*

*“U” – é uma variação do tipo “ilha”, sendo mais utilizada para colocação de aparelhos, tais como cromatógrafos, permitindo ao laboratorista o acesso fácil à parte traseira desses aparelhos, para refazer ou modificar conexões e pequenos reparos.*

A alocação da bancada deverá ser determinada de acordo com as necessidades dos usuários que atuarão na área, porém, as NRs 8 e 17, do MTE, que tratam sobre Edificações e Ergonomia, respectivamente, estabelecem que as bancadas devem ser construídas de material rígido para suportar o peso de materiais e equipamentos, resistente aos diversos tipos e

reações dos produtos químicos, além de altas temperaturas, possuir superfície revestida de material liso e impermeável e, ainda, visando o bem estar dos usuários, deve ter altura compatível para atividades que necessariamente devam ser executadas de pé.

Segundo Oliveira *et al.* (2007), um dos cuidados na disposição das bancadas é observar a fácil evacuação dos usuários pelos corredores, devendo os projetistas evitar a criação de áreas de confinamento dentro do laboratório, desfavorecendo as ações relativas à segurança na ocorrência de eventos emergenciais. Na necessidade de apoios, tais como prateleiras, castelos racks e volantes para a colocação de materiais de pequeno volume e peso, é recomendável que sejam móveis e somente utilizados durante os procedimentos laboratoriais, disponibilizando soluções de uso contínuo.

#### **4.1.4 Mobiliário**

A mobília de um laboratório, seja educacional ou profissional, deve atender aos conceitos de funcionalidade e ergonomia, de acordo com a NR-17, do MTE.

A quantidade de móveis no local depende do número de usuários que atuarão na área, porém, sua disposição não pode comprometer o trânsito. Os móveis devem ser dispostos de modo a não comprometer a circulação dos usuários e manterem corredores com largura mínima de 1,5m (MARIANO *et al.*, 2012).

#### **4.1.5 Proteção Contra Incêndio**

A NR-23 Proteção Contra Incêndio, do MTE, em seu curto texto, é objetivo e claro quanto à necessidade de um sistema bem implantado de emergência, quando diz:

*23.1 Todos os empregadores devem adotar medidas de prevenção de incêndios, em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis.*

*23.1.1 O empregador deve providenciar para todos os trabalhadores informações sobre:*

*a) utilização dos equipamentos de combate ao incêndio;*

*b) procedimentos para evacuação dos locais de trabalho com segurança;*

*c) dispositivos de alarme existentes.*

*23.2 Os locais de trabalho deverão dispor de saídas, em número suficiente e dispostas de modo que aqueles que se encontrem nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança, em caso de emergência.*

*23.3 As aberturas, saídas e vias de passagem devem ser claramente assinaladas por meio de placas ou sinais luminosos, indicando a direção da saída.*

*23.4 Nenhuma saída de emergência deverá ser fechada à chave ou presa durante a jornada de trabalho.*

*23.5 As saídas de emergência podem ser equipadas com dispositivos de travamento que permitam fácil abertura do interior do estabelecimento.*

É importante que, os responsáveis pela elaboração e execução do projeto de construção de um laboratório, busquem informações diretamente com os especialistas do Corpo de Bombeiros, visando identificar quais os sistemas e equipamentos adequados a serem instalados, garantindo a conformidade com as exigências legais.

#### **4.1.6 Saída de Emergência**

Com a finalidade de reforçar o que já foi tratado anteriormente, de acordo com a NR-23 Proteção Contra Incêndios, do MTE, os locais de trabalho deverão dispor de saídas em número suficiente e dispostas de modo que os usuários do local possam abandoná-los com rapidez e segurança. Deverão possuir largura mínima de 1,20m (um metro e vinte centímetros) e ter o sentido de abertura para fora, além de que as mesmas não devem ser fechadas à chave ou aferrolhadas durante as horas de trabalho (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

As portas de saída devem ser instaladas em local visível, de fácil acesso e livre de qualquer obstáculo que possa comprometer os procedimentos de evacuação durante uma situação de emergência, além de conter as devidas sinalizações.

Dentre as sinalizações, é recomendável que se inclua a Rota de Fuga, representado por um mapa que indicará o percurso a ser seguido pelo usuário em situações de emergência para evacuação do local, direcionando todos para um determinado ponto de encontro.

A rota de fuga deve ser planejada com base na NR-23 Proteção Contra Incêndios, do MTE, NBR 9077/2001 Saídas de emergência em edifícios, NBR 13434/2004 Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, entre outras normas pertinentes ao assunto. Os usuários devem receber treinamento sobre a rota de fuga, pois, em situações emergenciais a tranquilidade se torna preponderante na prevenção de acidentes graves.

## **4.2 SEGURANÇA EM LABORATÓRIO DE QUÍMICA**

O laboratório é geralmente considerado um lugar com alto potencial de acidentes. Isto se deve à natureza dos materiais manuseados, aos equipamentos usados e à extensa escala de atividades praticadas. Para garantir que tais acidentes sejam prevenidos é essencial que se estabeleçam instruções e procedimentos de segurança capaz de prever perigos e potenciais de riscos que podem surgir no laboratório (CIENFUEGOS, 2001).

### 4.2.1 Sinalização

A sinalização é um item fundamental quando o assunto é segurança. Um dos significados dado à palavra deixa bem claro qual o seu objetivo quando diz que é um conjunto de sinais a serem observados ou que servem de orientação. Dentro de um laboratório a sinalização serve para identificar, orientar, direcionar, entre outras importantes funções. Um exemplo bastante claro é a sinalização que indica o fluxo de saída e circulação de pessoal que, aliás, deve atender à NR-26 do MTE – Sinalização De Segurança.

Os laboratórios químicos devem seguir as normas de sinalização por cores, que de acordo com a NR-26 devem ser dotadas em estabelecimentos ou locais de trabalho para indicar e advertir os riscos existentes e devem ser utilizadas para identificação de equipamentos de segurança, tubulações utilizadas na condução de líquidos e gases, para delimitar áreas, e advertir contra riscos, conforme demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1** – Finalidade das cores na sinalização

Cor	Significado ou Finalidade	Indicações e Precisoões
<b>Vermelho</b>	Sinal de proibição	Atitudes perigosas
	Perigo – Alarme	<i>Stop</i> , pausa, dispositivos de corte de emergência Evacuação
	Material e equipamento de combate a incêndios	Identificação e localização
<b>Amarelo</b> ou <b>alaranjado</b>	Sinal de aviso	Atenção, Precaução, Verificação
<b>Azul</b>	Sinal de obrigação	Comportamento ou ação específicos – Obrigação de utilizar equipamento de proteção individual
<b>Verde</b>	Sinal de salvamento ou de socorro	Portas, saídas, vias, material, postos, locais específicos
	Situação de segurança	Retorno à normalidade

Fonte: DIRETIVA, 1992.

#### 4.2.1.1 Sinalização de Segurança

De acordo com a Directiva (1992), os sinais de aviso devem possuir forma triangular, pictograma negro sobre fundo amarelo, margem negra (a cor amarela deve cobrir pelo menos 50% da superfície da placa), conforme demonstrado na Figura 1.

**Figura 1** - Sinais de aviso



Fonte: FACTOR SEGURANÇA, 2002.

#### 4.2.1.2 Formas de Sinalização

Oliveira *et al.* (2007) relata os seguintes itens:

**a) A sinalização por cores de segurança deve obedecer as seguintes características:**

- a.1) Corresponder às especificações da Norma ABNT, NBR 6493 de outubro de 1994, sobre o uso de cores para identificação de tubulações, contendo a classificação das cores de segurança pelo sistema Munsell;
- a.2) Ser simples e resistentes;
- a.3) Ser visíveis e compreensíveis;
- a.4) Ser retiradas quando o risco desaparecer.

**b) A sinalização deve ser permanente para:**

- b.1) Proibições;
- b.2) Avisos;
- b.3) Obrigações;
- b.4) Meios de salvamento ou de socorro;
- b.5) Equipamento de combate a incêndios;
- b.6) Assinalar recipientes e tubulações;
- b.7) Riscos de choque ou queda;
- b.8) Vias de circulação;
- b.9) Telefones de emergência;
- b.10) Saída de emergência.

**c) A sinalização deve ser temporária para:**

- c.1) Isolar locais de acidentes;
- c.2) Delimitar área de procedimentos de riscos.

#### **4.2.1.3 Mapa de Risco**

Mapa de riscos é uma representação gráfica do conjunto de fatores como: riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e acidentes, presentes nos locais de trabalho (SOUZA, *et al.*, 2013). A Figura 2 ilustra a intensidade e os grupos de riscos para a elaboração de um Mapa de Risco.

**Figura 2 - Características de um Mapa de Risco**



**Fonte:** Adaptada de LEITE, 2012.

A elaboração do mapa de riscos proporciona aos trabalhadores uma visão mais cautelosa diante dos perigos identificados, e fornece ao empregador os pontos vulneráveis na planta baixa, de forma a evitar que ocorra uma paralisação ou mesmo queda na produção, prejudicando o desempenho da empresa, devido à ocorrência de acidentes (SOUZA, *et al.*, 2013).

Este mapa deve ser elaborado de acordo com o anexo IV, da NR-5, do MTE, regulamentado pela Portaria nº. 25, de 29 de dezembro de 1994 e é indispensável sua fixação no local de trabalho para que todos os envolvidos tenham conhecimento dos riscos sob os quais estarão submetidos.

## **4.2.2 Equipamentos de Emergência e de Proteção Individual (EPIs)**

### **4.2.2.1 – Equipamentos de Emergência**

Segundo Cienfuegos (2001), equipamentos de emergência são aqueles utilizados nos atendimentos urgentes, em caráter de primeiros socorros de uma pessoa que tenha sofrido um acidente, como ser exposta a substâncias prejudiciais a saúde. Usuários de laboratório podem

ser vítimas à exposição de produtos químicos que podem causar sérios danos à saúde ou até mesmo risco de morte, por isso se faz necessário que o local tenha disponível alguns equipamentos que podem fazer a grande diferença no atendimento de primeiros socorros, tais como o chuveiro de emergência e o “lava-olhos”.

Pesquisas médicas tem mostrado que o tratamento inicial contra borrifos químicos é a lavagem do corpo ou olhos durante 15 minutos, antes do tratamento médico (CIENFUEGOS, 2001).

Conforme Oliveira *et al.* (2007), os equipamentos de emergência devem estar em locais de fácil acesso, ser de fácil acionamento e todas as pessoas devem estar devidamente treinadas para a sua utilização.

#### **4.2.2.1.1 Chuveiro de Emergência e “Lava-olhos”**

Segundo Cienfuegos (2001), o chuveiro de emergência possui um desenho especial e deve ter como principal característica o fornecimento de uma ducha de água com uma grande capacidade de vazão, visando atingir totalmente o operador que sofreu o acidente com produtos químicos de qualquer natureza nociva. O dispositivo liga e desliga deve ser de fácil manuseio, além de estar ao alcance de todos os usuários, independentemente de sua estatura. É recomendável testes de funcionamento periódicos, para que diante de uma real necessidade, o equipamento esteja nas condições adequadas de atendimento à emergência.

Ainda conforme Cienfuegos (2001), os “lava-olhos”, semelhante aos chuveiros de emergência, devem possuir um dispositivo de fácil acionamento e sua vazão deve ser suficientemente grande, tendo em vista que diante de uma real necessidade de uso, a vítima deverá estar com a visão parcialmente ou totalmente impedida. Recomenda-se que as duchas de água sejam dotadas de filtros para que partículas sólidas não façam parte do jato de água que será disperso nos olhos do usuário e testes periódicos também devem ser realizados, garantindo seu adequado funcionamento.

#### **4.2.2.1.2 Extintores de Incêndio**

Outro evento propício a ocorrer no interior de um laboratório são incêndios, porém, se inicialmente bem combatidos, as chances de sucesso no controle e mitigação dos focos são muito maiores, por isso é imprescindível que o local esteja munido de extintores de incêndio, justamente para combater os princípios de incêndio. Mas para isso, é necessário que o

responsável pelo projeto de segurança do laboratório conheça a correta finalidade para cada tipo de extintor e mais que isso, que os usuários do local sejam treinados sobre essas especificidades, a fim de combater incêndio de maneira adequada e eficiente.

Para o melhor entendimento, a Tabela 2 apresenta a finalidade de cada tipo de extintor.

**Tabela 2** - Finalidade de cada tipo de extintor.

EQUIPAMENTO A UTILIZAR				
Material a Apagar	ÁGUA	PÓ QUÍMICO "BC"	CO2 (GÁS CARBÔNICO)	ESPUMA MECÂNICA
Materiais Sólidos 	<b>SIM</b> (excelente)	<b>NÃO</b> (só para pequenos incêndios de superfície)	<b>NÃO</b> (só para pequenos incêndios de superfície)	<b>SIM</b> (excelente)
Líquidos inflamáveis e hidrocarburetos 	<b>NÃO</b> (o líquido incentiva o fogo)	<b>SIM</b> (excelente, inclusive para gases liquefeitos)	<b>SIM</b> (excelente)	<b>SIM</b> (excelente)
Fogo de Origem Elétrica 	<b>NÃO</b> (condutor de eletricidade)	<b>SIM</b> (excelente) a única desvantagem é que deixa resíduos)	<b>SIM</b> (excelente)	<b>NÃO</b> (eletricidade)

**Fonte:** TRAVAIN EXTINTORES, 2015.

Os extintores de incêndio devem ser compatíveis com os materiais e equipamentos que estão sendo utilizados. Para definição da quantidade e tipos de extintores, sugere-se que sejam consultados os fabricantes de extintores e o Corpo de Bombeiros, quando da elaboração do projeto (MARIANO *et al.*, 2012).

As especificações técnicas de cada tipo de extintor e outros equipamentos descritos nos subitens estão de acordo com Menezes *et al.* (2010).

#### 4.2.2.1.2.1 Extintor de Pó Químico Seco

O agente extintor pode ser o bicarbonato de sódio ou de potássio que recebem um tratamento para torná-los um absorvente de umidade. O agente propulsor pode ser o gás carbônico ou nitrogênio. O agente extintor forma uma nuvem de pó sobre a chama que visa à exclusão do oxigênio; posteriormente são acrescidos à nuvem, gás carbônico e o vapor de água devido à queima do pó.

#### **4.2.2.1.2.2 Extintor de Gás Carbônico (CO<sub>2</sub>)**

O CO<sub>2</sub> é material não condutor de energia elétrica. O mesmo atua sobre o fogo onde o elemento eletricidade está presente. Ao ser acionado, o gás é liberado formando uma nuvem que abafa e resfria. É empregado para extinguir pequenos focos de fogo em líquidos inflamáveis e em pequenos equipamentos energizados.

#### **4.2.2.1.2.3 Extintor de Água Pressurizada – Pressão Permanente**

Não é provido de cilindro de gás propelente, visto que a água permanece sob pressão dentro do aparelho. Para funcionar, necessita apenas da abertura do registro de passagem do líquido extintor.

#### **4.2.2.1.2.4 Extintor de Água – Pressão Injetada**

Fixado na parte externa do aparelho tem um pequeno cilindro contendo o gás propelente, cuja válvula deve ser aberta no ato da utilização do extintor, a fim de pressurizar o ambiente interno do cilindro permitindo o seu funcionamento. O elemento extintor é a água, que atua através do resfriamento da área do material em combustão. O agente propulsor (propelente) é o CO<sub>2</sub>.

#### **4.2.2.1.2.5 Extintor de Espuma Mecânica**

Os extintores de espuma possuem em sua característica química 3 elementos que são eles: água, concentrado de espuma e ar. Estes elementos juntos e misturados na proporção correta criam uma espuma homogênea que no contato com o fogo de classe A e B separa o oxigênio (comburente) do triângulo do fogo (combustível, comburente e calor) fazendo um cobertor de espuma eliminando o fogo.

#### **4.2.2.1.3 Manta Corta-fogo**

As mantas corta-fogo são empregadas em casos de incêndios que se estendam para as roupas do operador. A extinção do fogo se dá por abafamento. As mantas devem ser

fabricadas com tecido não combustível e permanecer em locais de fácil acesso (FERRAZ *et al.*, 2004).

#### **4.2.2.2 EPI's – Equipamentos de Proteção Individual**

Equipamentos de proteção individual são dispositivos de proteção destinados à proteção do colaborador, visando: a proteção na realização de atividades específicas cuja exposição a determinados riscos (contato com produtos químicos, exposição a riscos físicos, contatos com agentes mecânicos ou superfícies cortantes) (CIENFUEGOS, 2001).

De acordo com a NR-6 Equipamento De Proteção Individual, do MTE, somente poderá ser utilizado EPI's com a indicação do Certificado de Aprovação – C.A., expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego.

Devido a vasta lista de EPI's disponíveis no mercado para atender a todo o tipo de situação que possa colocar pessoas sob riscos de acidentes, serão citados na sequência alguns dos principais EPI's utilizados em laboratórios, seja educacional ou profissional.

##### **4.2.2.2.1 Proteção para os Olhos**

De acordo com Oliveira *et al.* (2007), a proteção para os olhos mais comum e eficiente são os óculos de segurança, imprescindíveis em operações que envolvem emanações de vapores ou névoas, fumos, espirros ou respingos de produtos químicos. Os óculos de segurança devem ser de boa anatomia para oferecer o conforto necessário, principalmente os destinados às atividades de longa duração, não devendo interferir no campo de visão do usuário. Diversos modelos são oferecidos pelas empresas de segurança, cada qual para um determinado fim. As estruturas podem ser em plásticos especiais, tipo policarbonato, muito recomendadas pela leveza, durabilidade e anatomia.

##### **4.2.2.2.2 Proteção Respiratória**

No laboratório as operações com exalação de produtos tóxicos fora da capela devem ser feitas com uso de máscara de proteção com filtro adequado. A seleção deverá estar de acordo com os produtos químicos e a concentração aos quais os usuários estarão expostos (FERRAZ *et al.*, 2004).

#### **4.2.2.2.3 Proteção para Mãos**

Uma das principais fontes de acidentes em laboratórios são as operações manuais, que muitas vezes, em virtude da aparente familiaridade, despreparo e negligência, incorrem em sérios acidentes, causando graves ferimentos em operadores. É injustificável o não uso de luvas adequadas, já que são equipamentos de baixo custo e estão disponíveis no mercado os mais variados tipos, adequados a cada uso (FERRAZ *et al.*, 2004).

Para os laboratórios de ensino, os tipos mais utilizados são as luvas látex e PVC na manipulação de ácidos e álcalis, e para operações em fornos, muflas e estufas, são utilizadas as luvas resistentes a altas temperaturas, tipo kevlar® ou similar (OLIVEIRA *et al.*, 2007)

Como qualquer outro tipo de EPI, é evidente que apenas um tipo de luva não seja satisfatório para todos os usos. Mesmo nos laboratórios mais modestos, pode ser necessário dispor de pelo menos quatro ou cinco tipos de luvas protetoras para uso rotineiro. Para a seleção dos tipos mais adequados devem ser consultadas as tabelas de resistência química de luvas (vide Anexo A) e efetuar o teste em uma amostra do fabricante.

#### **4.2.2.2.4 Proteção para Pernas e Pés**

Para a proteção das pernas, recomenda-se o uso de calça comprida de algodão, e para proteção dos pés, calçados fechados com solado de borracha, tipo neoprene ou similar (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

#### **4.2.2.2.5 Proteção para Tronco e Braços**

Para a proteção do tronco e dos braços, É muito importante o uso de jaleco no laboratório de química, já que evita o contato de reagentes nocivos com o corpo. (MENEZES *et al.*, 2007).

### **4.3 EXPERIMENTAÇÃO EM CURSOS DE QUÍMICA INDUSTRIAL E QUÍMICA TECNOLÓGICA**

Ao estudante de Bacharelado em Química deve ser oferecida formação generalista, com domínio das técnicas básicas de utilização de laboratórios e equipamentos, com condições de atuar nos campos de atividades socioeconômicas que envolvam as

transformações da matéria; direcionando essas transformações, controlando os seus produtos, interpretando criticamente as etapas, efeitos e resultados; aplicando abordagens criativas à solução dos problemas e desenvolvendo novas aplicações e tecnologias (ZUCCO *et al.*, 1999).

Como os profissionais formados em Química podem atuar em diversos setores, é desejável que seja oferecida aos estudantes, ao lado de uma formação sólida em conteúdos básicos e conteúdos profissionais essenciais, formação complementar específica e humanística diferenciadas, que contemplem as opções individuais, as necessidades regionais e, em alguns casos, até mesmo as características das instituições onde se formam. Esta diferenciação deverá propiciar a formação de profissionais mais habilitados à inserção no mundo do trabalho (ZUCCO *et al.*, 1999).

#### 4.3.1 Experimentação em Cursos Nacionais de Graduação de Química Industrial e Química Tecnológica

As atividades experimentais em cursos de graduação de Química geralmente são desenvolvidas de forma disciplinar. Às vezes a experimentação está inserida de forma complementar em disciplinas de caráter teórico.

De acordo com pesquisas realizadas pelo site do MEC, há no país 42 Universidades com o curso de Química Industrial ou Química Tecnológica, distribuídas por região de acordo com a Tabela 3.

**Tabela 3** - Distribuição por região das Universidades que tem Graduação em Química Industrial ou Química Tecnológica

REGIÃO	UNIVERSIDADES
Sudeste	18
Sul	9
Nordeste	7
Centro-Oeste	6
Norte	2

De todas as universidades cadastradas pelo MEC, foi analisado os planos pedagógicos ou grade curricular de 35 delas, pois das demais não estavam disponibilizados no site da universidade. Verificou-se que quase todas as disciplinas experimentais descritas nos Projetos

Pedagógicos são para atendimento dos conteúdos básicos essenciais dos cursos. Dessas 35 universidades, somente a UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), possui uma disciplina de cunho tecnológico experimental para atender parte de conteúdos profissionais.

#### 4.3.2 A Experimentação no Curso de Bacharelado em Química Industrial – UEMS

Para a formação profissional do químico industrial o Projeto Pedagógico do curso prevê um elenco de 12 disciplinas, as quais são listadas na Tabela 4.

**Tabela 4** - Disciplinas de Conteúdos Profissionais Essenciais

DISCIPLINA	CARGA HORÁRIA
<b>Desenho Técnico</b>	68
<b>Higiene e Segurança do Trabalho</b>	34
<b>Microbiologia</b>	34
<b>Operações Unitárias I</b>	34
<b>Operações Unitárias II</b>	68
<b>Processos de Controle Ambiental</b>	34
<b>Processos Químicos Industriais Inorgânicos</b>	51
<b>Processos Químicos Industriais Orgânicos</b>	51
<b>Tecnologia de Carnes, Pescados e Derivados</b>	34
<b>Tratamento de Efluentes Industriais</b>	34
<b>Tecnologia de Fermentação</b>	34
<b>Tecnologia de Processamento da Cana-de-Açúcar</b>	34

Das disciplinas relacionadas na Tabela 4 buscou-se atividades práticas. As atividades práticas da disciplina de Desenho Técnico são desenvolvidas no Laboratório de Desenhos da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Já as aulas práticas da disciplina de Microbiologia são realizadas no Laboratório de Ensino de Microbiologia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS. Para as demais disciplinas, embora previsto, raramente se consegue aplicar as atividades práticas, por falta de equipamentos específicos.

Os cursos de Química Industrial e Química Licenciatura da UEMS/Dourados, contam atualmente com 3 laboratórios de ensino, o Laboratório de Química Geral I, de Química Geral II e o de Química Instrumental. Para que futuramente o curso de Química Industrial possa

oportunizar a realização de atividades práticas específicas em seus laboratórios, pensou-se em fazer uma proposta de montagens e equipamentos apropriados para o desenvolvimento de tais atividades, de acordo com as ementas de cada disciplina de cunho tecnológico (vide Anexo B) de seu Projeto Pedagógico.

#### **4.4 PROPOSIÇÕES DE MÓDULOS DIDÁTICOS DE ENSINO PARA REALIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS NO CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL - UEMS**

##### **4.4.1 Disciplina: Higiene e Segurança do Trabalho**

###### **4.4.1.1 Equipamentos**

Para a realização das aulas práticas de higiene e segurança do trabalho, é imprescindível a demonstração do uso dos Equipamentos de Proteção Individual - EPI e dos Equipamentos de Sinalização e de Emergência, existentes nos laboratórios de química do referido curso.

###### **4.4.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Fazer mapa de risco para laboratórios;
- Avaliar manutenção e operacionalização dos EPI's.

##### **4.4.2 Disciplina: Operações Unitárias I e II**

Para o desenvolvimento de experimentos que contemplem as disciplinas de Operações Unitárias I e II vários equipamentos podem ser utilizados.

###### **4.4.2.1 Equipamentos**

###### **4.4.2.1.1 Medidor Venturi para Medição de Vazão**

Composto por um tubo de Venturi horizontal, uma válvula de controle de vazão e tubos de manômetro fixados na posição vertical com escala para medir o nível de referência de água dentro dos tubos (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

###### **4.4.2.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Estudo de um medidor de Venturi;

- Estudo do Teorema de Bernoulli através da medição direta da distribuição da altura manométrica estática ao longo de um tubo de Venturi;
- Medição do coeficiente de descarga para várias vazões (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.2.1.2 Experimento de Reynolds**

O módulo, todo em acrílico, possui um reservatório para injeção do traçador, canal de injeção e rotâmetro com válvula reguladora, possibilitando estabelecer vazões que promovam os diferentes regimes de escoamento (UP CONTROL, 2013).

##### **4.4.2.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Permite a reprodução dos experimentos realizados por Osborne Reynolds para caracterizar os regimes de escoamento laminar e turbulento;
- Permite ainda comprovar a condição de não deslizamento (UP CONTROL, 2013).

#### **4.4.2.1.3 Planta Piloto de Destilação em Batelada**

Destilação de diferentes misturas (água/etanol, água/metanol, metanol/propanol, etc.) à pressão atmosférica (DIDATECH, 2015).

##### **4.4.2.1.3.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Razão de fluxo;
- Composição da alimentação;
- Balanço de massa;
- Balanço de energia;
- Afogamento (flooding);
- Cálculo do número de bandejas teóricas. (DIDATECH, 2015).

#### **4.4.2.1.4 Absorção Gás Líquido**

Sistema educacional com a finalidade de simular um processo de absorção gás-líquido, onde o soluto gasoso passa da fase gasosa (diluyente) para a fase líquida (solvente). O sistema trabalha com duas colunas de vidro (500 mm) com enchimento de anéis de Rasching 6x6 mm, e possibilita o estudo das temperaturas de entrada da mistura, do solvente e das saídas de topo

e fundo. Possui monômetro em U graduado para análise de pressão durante o processo e o sistema permite o estudo da hidrodinâmica da coluna com ar/água e dos processos de absorção e dessorção (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.2.1.4.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Determinação das condições de inundação da coluna;
- Estudo e determinação do fator de empacotamento;
- Estudo do processo de absorção de  $\text{NH}_3$  com água e  $\text{CO}_2$  com solução de hidróxido de sódio;
- Análise do soluto em sua entrada e saída da coluna;
- Determinação do rendimento da coluna;
- Determinação da eficiência da coluna definindo-se AUT (Altura da Unidade de Transferência) e o NUT (Número de Unidades de Transferência);
- Demonstração dos efeitos exotérmicos durante a absorção;
- Estudo da dessorção de uma solução carbonada ou de amônia usando ar (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.2.1.5 Evaporador Flash Controlado**

Estudo do princípio fundamental da separação por evaporação flash que envolve manter a mistura numa câmara sob pressão na temperatura de condensação, baixando-se então sua pressão a fim de vaporizar instantaneamente o componente mais volátil. Este processo é particularmente usado para produtos sensíveis ao calor, que possam ser afetados pelo contato com superfícies quentes, como aconteceria num evaporador de simples efeito (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.2.1.5.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Estudo e operação de um processo industrial contínuo de evaporação a vácuo;
- Estudo das diferentes tecnologias usadas, evaporação sob pressão reduzida, sistemas de controle e medida, sistema supervisorio;
- Estudo das malhas de controle: pressão, vácuo, vazão, nível, temperatura;
- Operação do processo de filtração: procedimento de partida e de aquecimento, monitorar a produção e analisar o balanço material e térmico, controle de

qualidade monitorando a densidade do produto, procedimento de parada (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.3 Disciplina: Processos de Controle Ambiental**

##### **4.4.3.1 Equipamentos**

###### **4.4.3.1.1 Planta Piloto de Tratamento Aeróbio de Água**

Tratamento aeróbio de água por Lodo ativado com aquisição de dados (DIDATECH, 2015).

###### **4.4.3.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Composição da água a ser tratada;
- Tempo de residência;
- Carga orgânica,
- pH no tanque de oxidação;
- Concentração do oxigênio dissolvido (DIDATECH, 2015).

###### **4.4.3.1.2 Tratamento Anaeróbico de Efluentes ou Esgoto**

Unidade para realizar um processo de tratamento anaeróbico em poluentes contendo nitrogênio. Esse tipo de tratamento é principalmente usado para efluentes que contém grandes quantidades de nitrogênio ou para complementar o processo de tratamento aeróbico (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

###### **4.4.3.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Estudo do tratamento de controle de poluição de substratos nitrogenados, cultura de bactérias num meio anaeróbico, monitorar o comportamento ao longo de oito horas (análise de nitratos, nitritos e etanol), monitorar a DQO, determinar o consumo e as taxas de produção (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

###### **4.4.3.1.3 Planta Piloto Automatizada de Coagulação, Floculação e Decantação**

Planta piloto que permite o estudo dos processos de coagulação, floculação e decantação, tanto em separado como simultaneamente. (DIDATECH, 2015).

###### **4.4.3.1.3.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Estudar o processo de coagulação;
- Estudar o processo de floculação;
- Estudar decantação em paralelo e contra-corrente;
- Estudar as características dos coagulantes e floculantes;
- Otimizar a coagulação-floculação e a justes dos processos;
- Estudar o controle PID (Proporcional Integral Derivativo) automático de planta automatizada;
- Estudar a supervisão de uma planta via software automatizada (DIDATECH, 2015).

#### **4.4.4 Disciplina: Processos Químicos Industriais Inorgânicos**

##### **4.4.4.1 Equipamento**

###### **4.4.4.1.1 Reatores Contínuos**

Sistema para comparação de quatro diferentes reatores com o mesmo volume e estudo hidrodinâmico dos reatores pelo método da Distribuição de Tempos de Residência (DTR) (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

###### **4.4.4.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Reatores: um reator de mistura perfeita, uma combinação de dois reatores de mistura perfeita, um reator de baixa dispersão axial, um reator de alta dispersão axial;
- Estudo hidrodinâmico pelo método de Distribuição de Tempos de Residência, determinar os tempos de residência, comparar os resultados teóricos e experimentais;
- Determinação do grau de conversão de reação através de medida da condutividade: balanços materiais, rendimento da reação, comparar a eficiência de diferentes reatores (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.5 Disciplina: Processos Químicos Industriais Orgânicos**

##### **4.4.5.1 Equipamentos**

###### **4.4.5.1.1 Mini Refinaria de Petróleo**

Projetada para realizar destilações de derivados do petróleo ou de óleo cru de acordo com a norma ASTM D2892. O conjunto de destilação opera somente com um técnico ou com

intervenção humana limitada. A curva PEV é obtida desde o ponto de ebulição inicial até 375°C/400°C, algumas vezes dependendo mais da sensibilidade térmica do produto em 10 ou mais horas. As frações são recolhidas num carrossel de 12 funis fechados. Alguns desses funis são frascos de Dewar para as frações mais leves. O recolhimento das frações é realizado sob a pressão da coluna de destilação, qualquer que seja (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.5.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Processo químico de limpeza e refino do óleo cru;
- Produção de derivados do petróleo (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.5.1.2 Destilação em Batelada de Produtos do Petróleo**

Unidade de destilação com intuito de aplicar a norma ASTM D 2892 para óleo cru reconstituído, desidratado e degasado, realizando uma destilação com batelada sob pressão atmosférica ou sob pressão reduzida e analisando as frações de petróleo obtidas. O óleo cru e suas frações são fundamentalmente hidrocarbonetos e as proporções das frações dependem da origem do óleo cru. Como uma unidade é projetada para trabalhar num ponto de operação ótimo, que depende da mistura, o petróleo cru que chega numa refinaria é caracterizado a fim de evitar mudança nos parâmetros ajustados (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.5.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Leitura e aplicação da norma ASTM 2892-95;
- Colocar a coluna em operação e calcular o gradiente;
- Retificar frações com razão de fluxo fixa, controle da taxa de evaporação, sob pressão atmosférica ou pressão reduzida;
- Parar o experimento: inerte com nitrogênio;
- Analisar as frações retiradas (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

### **4.4.6 Disciplina: Tecnologia de Carnes, Pescados e Derivados**

#### **4.4.6.1 Equipamentos**

##### **4.4.6.1.1 Cutter + Processador de Alimentos**

Pica, tritura, emulsiona, amassa e, com 23 discos em inox, realizam fatiados, ralados, julienne e palitos com uma ótima qualidade de corte. Processa rapidamente os alimentos pois possui motor industrial assíncrono para grande fiabilidade e longevidade (ENGEFOOD, 2014).

### **Funções Cutter:**

- Todos os tipos de cortes, recheios finos, emulsões, amassar e triturar;
- Lâmina de corte lisa, com o topo desmontável para fácil limpeza;
- Opcional: Lamina com corte serrilhado, aconselhado para trabalhos de triturar e amassar e lâmina de corte dentado, aconselhável em particular para cortar salsa;
- Motor com opção de impulso para maior precisão de corte;
- Tampa fácil de posicionar sobre a cuba para utilização simples e rápida. Prevista para permitir acrescentar ingredientes líquidos ou sólidos durante a preparação;
- Sistema de segurança que para o motor ao abrir a tampa (ENGEFOOD, 2014).

### **Funções Processador:**

- Boca grande (superfície 104 cm<sup>2</sup>) que permite cotar legumes de tipo couve, aipo, salada, tomate, etc;
- Boca cilíndrica (Ø 58 mm) prevista para legumes compridos ou frágeis, garantindo uma excelente precisão de corte;
- Disco expulsador concebido para ejetar perfeitamente e assegurar um resultado incomparável para os produtos frágeis (ENGEFOOD, 2014).

#### **4.4.6.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Fabricação de diversos produtos tais como: maionese, carnes e derivados picados e triturados, purês em geral, compotas e conservas de legumes.

#### **4.4.6.1.2 Desidratador /Defumador**

Máquina com dupla função: Desidrata com gás (GLP) e/ou Defuma com pó-de-serra (madeira). (DEFUMAX, 2014).

##### **4.4.6.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Defumação de carnes, peixes, queijos, embutidos;
- Desidratação de frutas, legumes, ervas, raízes (DEFUMAX, 2014).

### **4.4.7 Disciplina: Tratamento de Efluentes Industriais**

#### **4.4.7.1 Equipamentos**

##### **4.4.7.1.1 Tratamento de Efluentes Químicos**

Sistema para tratamento de efluentes inorgânicos líquidos provenientes de um laboratório de análises, aplicando vários processos de tratamento, como decromatação, neutralização, hidrólise e precipitação. Permite estudar um processo em batelada analisando as condições de operação (pH, potencial de redox), a natureza multi-propósito do processo e o volume reacional de 1 a 10L (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.7.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Decromatação por redução e então precipitação e decantação;
- Estudar a redução em diferentes níveis de pH;
- Estudar a precipitação com e sem aditivos;
- Filtrar o precipitado e analisar o conteúdo de cromo no filtrado (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.7.1.2 Filtração em Carvão Ativado para Adsorção de Poluentes Orgânicos**

O processo de filtração em carvão ativado tem como proposta a adsorção de poluentes orgânicos dissolvidos ou hidrocarbonetos presentes em um líquido em estudo (água). As moléculas orgânicas entram nos poros do carvão ativado retirando seus possíveis contaminantes. O interesse desse processo se deve ao fato de extrair micropoluentes orgânicos sem o uso de substâncias químicas. A manutenção do carvão ativado pode ser feita mediante: processo químico (cloro) ou por processo de radiação UV (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.7.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Estudo da influência do tempo de contato (vazão) e da concentração dos poluentes da fase líquida;
- Estudo e demonstração da saturação da coluna de carvão ativado por meio da curva de eficiência;
- Desinfecção do carvão pelo método químico ou lâmpada de UV;
- Adsorção de poluentes contidos na água (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.7.1.3 ETA de Bancada**

Estação de Tratamento de Água de operação contínua com os seguintes equipamentos em série: tanque pulmão, caixa de areia, calha Parshall, aerador, tanque de coagulação, tanque de floculação, sedimentador, filtro de areia, tanque de desinfecção, tanque de neutralização, filtro de carvão ativado e coluna de desinfecção com UV. Além desses equipamentos a ETA

tem cinco minibombas e um painel de controle de acrílico para alterar de forma independente a rotação das 5 bombas e acionar individualmente os 4 impulsores dos tanques. Bancada revestida de fórmica branca sobre estrutura de tubos galvanizados com acabamento anticorrosivo e 4 rodízios giratórios (CQUIM – UFSJ, 2012).

#### **4.4.7.1.3.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Calibração da calha;
- Dosagem de coagulantes;
- Perda de carga de filtro de areia;
- Perda de carga de filtro de carvão;
- Dosagem para neutralização (CQUIM – UFSJ, 2012).

### **4.4.8 Disciplina: Tecnologia de Fermentação**

#### **4.4.8.1 Equipamentos**

##### **4.4.8.1.1 Fermentador Tryton**

Na fermentação, exceto nos casos onde a própria biomassa é o propósito principal da fermentação (obtenção de levedura), o objetivo geralmente é produzir um metabolismo bacteriano. Esses metabolitos são obtidos pela cultura de bactérias, levedura ou fungos. Esse é um processo em quatro fases: fase inicial, fase de crescimento, fase de redução de velocidade e fase estacionária. A unidade ilustra os aspectos teóricos e experimentais de fermentação em laboratório, incluindo tratamento da levedura por fermentação alcoólica e técnicas de limpeza e de esterilização (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

##### **4.4.8.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Esterilização por autoclave do fermentador, do equipamento e do meio de cultura;
- Montagem do equipamento;
- Operar o processo de fermentação com os seguintes parâmetros operacionais: inoculação estéril, temperatura controlada do meio de cultura, medir a quantidade de oxigênio e aerar o meio de cultura ajustando-se manualmente o suprimento de ar fresco e a agitação, medir o pH e adicionar manualmente o agente de neutralização, vazão de alimentação de substrato;
- Retirar amostras estéreis e analisar o substrato e produtos;

- Aplicar os resultados: determinar a velocidade de crescimento, rendimento e produtividade (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.8.1.2 Fermentador em Aço Inox de 10L**

Sistema para fermentação alcoólica e produção de biomassa num biorreator em batelada usando leveduras de cerveja para estudar o crescimento da biomassa e a influência dos parâmetros de operação no crescimento e na produção do metabolito. Também permite o estudo das diferentes técnicas de esterilização, como injeção de vapor no tanque de fermentação, soluções bactericidas e tratamento por autoclave de sistemas auxiliares e protocolo de controle de esterilidade microbiológica (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

##### **4.4.8.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Esterilização de fermentador, do equipamento e do meio de cultura;
- Montagem do equipamento;
- Operar o processo de fermentação;
- Retirar amostras estéreis e analisar o substrato e produtos;
- Aplicar os resultados: determinar a velocidade de crescimento, rendimento e produtividade (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.9 Disciplina: Tecnologia de Processamento da Cana-de-Açúcar**

##### **4.4.9.1 Equipamentos**

###### **4.4.9.1.1 Planta de Bioetanol**

Projeto que permite produzir bioetanol a partir de uma fermentação alcoólica da cana-de-açúcar, da beterraba ou de frutas. A capacidade de produção de álcool depende do tipo de matéria-prima e da quantidade de açúcar. Entretanto a capacidade do fermentador é de 50L, o que permite produzir aproximadamente 5 litros de bioetanol puro. A planta foi projetada para fins didáticos, de pesquisa e de pequena produção (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

##### **4.4.9.1.1.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

A flexibilidade do sistema permite utilizá-lo para o estudo separado dos diferentes processos:

- Sacarificação;
- Fermentação;
- Destilação em batelada ou contínua;

- Síntese;
- Mistura;
- Acondicionamento (NOVA DIDACTA, 2013/2014).

#### **4.4.9.1.2 Mini Usina de Biodiesel**

Equipamento didático onde o pesquisador/aluno pode visualizar as etapas fundamentais do processo de produção de biodiesel (UP CONTROL, 2013).

##### **4.4.9.1.2.1 Estudos Tecnológicos Propostos**

- Estudar diferentes configurações de operação para o processo, como temperatura de reação, matéria-prima, razão álcool/óleo, velocidade de agitação. (UP CONTROL, 2013).

## 5 CONCLUSÃO

Como visto neste trabalho, para ofertar experimentos específicos de Química Industrial que atendam os conteúdos da área tecnológica são necessários módulos didáticos de ensino.

O laboratório de química demanda de vários itens tais como: infraestrutura básica; ventilação e exaustão; capelas e coifas; bancadas de trabalho; mobílias; proteção contra incêndio; saídas de emergência; sinalizações, equipamentos de emergência e de proteção, os quais devem atender específicas normas para que o local seja adequadamente seguro às atividades laboratoriais.

Foram propostos módulos didáticos de ensino para facilitar a experimentação sobre conteúdos de disciplinas de cunho tecnológico na área de Química Industrial.

As aulas práticas são de extrema importância, pois propiciam ao aluno a oportunidade de conectar os conceitos das aulas teóricas com as experimentais, por isso, é fundamental a vivência no mundo laboratorial, onde, ao realizar um experimento, o aluno está manuseando e observando a ocorrência dos mais variados fenômenos químicos, tais quais já havia teorizado em sala de aula.

Espera-se que este trabalho de conclusão de curso venha reforçar o empenho da coordenação do curso de Química Industrial da UEMS e seu Colegiado em buscar um planejamento para reestruturar seu laboratório, com a aquisição de novos e modernos módulos didáticos de ensino, para atender de forma satisfatória as disciplinas de cunho tecnológico do Projeto Pedagógico do curso.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Emprego de cores para identificação de tubulações:** NBR 6493. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. Disponível em: < [http://pescadog9site.xpg.uol.com.br/outras\\_g.pdf](http://pescadog9site.xpg.uol.com.br/outras_g.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Saídas de emergência em edifícios:** NBR 9077. Rio de Janeiro: ABNT, 2001. Disponível em: < [http://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/DireitosFundamentais/Acessibilidade/NBR\\_9077\\_Sa%C3%ADdas\\_de\\_emerg%C3%Aancia\\_em\\_edif%C3%ADcios-2001.pdf](http://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/DireitosFundamentais/Acessibilidade/NBR_9077_Sa%C3%ADdas_de_emerg%C3%Aancia_em_edif%C3%ADcios-2001.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Sinalização de segurança contra incêndio e pânico:** NBR 13434. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em:<<http://www.gmfmontagens.com.br/assets/content/downloads/2061c032257a56b631877882dc030d66.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química.** Brasília, 2001. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 05 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2013. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D311909DC0131678641482340/nr\\_05.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D311909DC0131678641482340/nr_05.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2010. Disponível em: < [http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DC56F8F012DCDAD35721F50/NR-06%20\(atualizada\)%202010.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DC56F8F012DCDAD35721F50/NR-06%20(atualizada)%202010.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 08 – Edificações**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A2E7311D1012FE5B50DCD522C/nr\\_08\\_atualizada\\_2011.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A2E7311D1012FE5B50DCD522C/nr_08_atualizada_2011.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 – Ergonomia**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2007. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 23 – Proteção Contra Incêndios**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A2E7311D1012FE5B554845302/nr\\_23\\_atualizada\\_2011.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A2E7311D1012FE5B554845302/nr_23_atualizada_2011.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 26 – Sinalização de Segurança**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A31190C1601312A0E15B61810/nr\\_26.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A31190C1601312A0E15B61810/nr_26.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº 25, de 29 de dezembro de 1994**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEA44A24704C6/p\\_19941229\\_25.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEA44A24704C6/p_19941229_25.pdf)>. Acesso em: 04 ago. 2015.

NOVA DIDACTA – Sistemas Didáticos. **CATÁLOGO BRASIL**. São Caetano do Sul, 2013/2014.

CEPE-UEMS. **Projeto Pedagógico do Curso de Química Industrial Bacharelado**.

Dourados, 2009. Disponível em: <[http://www.portal.uems.br/graduacao/curso/quimica-industrial-bacharelado-dourados/projeto\\_pedagogico](http://www.portal.uems.br/graduacao/curso/quimica-industrial-bacharelado-dourados/projeto_pedagogico)>. Acesso em: 05 nov. 2014.

CIENFUEGOS, F.; **Segurança no Laboratório**, 1ª ed Editora Interciência: Rio de Janeiro, 2001.

CQUIM – UFSJ. **Laboratórios que Atendem ao Curso de Engenharia Química – ETA de bancada**. São João Del-Rei, 2012. Disponível em: <<http://www.ufsj.edu.br/cquim/laboratorios.php>>. Acesso em: 24 nov. 2014.

DEFUMAX. **Desidratador/Defumador**. Jaboticabal, 2014. Disponível em: <[http://www.defumax.com.br/ecommerce\\_site/produto\\_134064\\_3331\\_Desidratador-Defumador-250-Lts-ZLM-Carga-Media-45Kg](http://www.defumax.com.br/ecommerce_site/produto_134064_3331_Desidratador-Defumador-250-Lts-ZLM-Carga-Media-45Kg)>. Acesso em: 24 nov. 2014.

DIDATECH. **Química Industrial**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.didatech.com.br/quimica-industrial/>>. Acesso em: 04 ago. 2015.

DIDATECH. **Tratamento de Água e Engenharia Ambiental**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.didatech.com.br/tratamento-de-agua-e-engenharia-ambiental/>>. Acesso em: 04 ago. 2015.

DIRECTIVA 92/58/CEE do Conselho de 24 de junho de 1992. Disponível em: <[http://www.fd.unl.pt/docentes\\_docs/ma/aens\\_MA\\_20586.pdf](http://www.fd.unl.pt/docentes_docs/ma/aens_MA_20586.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2014.

ENGEFOOD. **Cutter + Processador de Alimentos**. São Caetano do Sul, 2014. Disponível em: <<http://www.engefood.com/produto/forno-de-conveccao-linemicro-anna-4-bandejas-460x330-copiar/>>. Acesso em: 24 nov. 2014.

FACTOR SEGURANÇA, Lda. **Sinalização de Segurança e Saúde**. TECNOMETAL nº 143, novembro/dezembro de 2002. Disponível em: <[http://si.sas.ipsantarem.pt/sas\\_si/web\\_gessi\\_docs.download\\_file?p\\_name=F2134217558/sinal\\_iz\\_seg\\_saude.pdf](http://si.sas.ipsantarem.pt/sas_si/web_gessi_docs.download_file?p_name=F2134217558/sinal_iz_seg_saude.pdf)>. Acesso em: 04 ago. 2015.

FERRAZ, F. C., FEITOZA, A. C. **Técnicas de Segurança em Laboratórios – Regras e Práticas**, 1ª ed Editora Hemus: Bauru, 2004.

GAMA, H. U., HAMBURGUER. E. W. **Resumo das Dissertações de Mestrado em Ensino de Ciências, modalidade Física.** São Paulo, 1990. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos\\_diversos/Livros-e-Estudos/Pesquisas-Sobre-o-Ensino-de-Fisica.pdf](http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/Livros-e-Estudos/Pesquisas-Sobre-o-Ensino-de-Fisica.pdf)> Acesso em: 04 ago. 2015.

LEITE, E. F. D. **CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – Mapa de Risco, Faculdade de Ciências Agrônomicas - Unesp.** Botucatu, 2012. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/#!/entidades/cipa/mapa-de-risco/>> Acesso em : 20 jun. 2014.

MARIANO, A. B., CAIRES, A. C. P., OLIVEIRA, C. M. A., BARBAIO, D., UZELIN, E. M., MANCILHA, J. C., SASSA, L. H., MELLO, M. A., BERGAMO, M. E., REY, M. D., PODADERA, P. **Guia de Laboratório para o Ensino de Química: instalação, montagem e operação.** São Paulo, 2012. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/Guia%20de%20Laborat%C3%B3rio\\_2012.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/Guia%20de%20Laborat%C3%B3rio_2012.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2014.

MENEZES, S., LIMA, J., SILVA, G., ANDRADE, T., LEITE, A. **Projeto de Elaboração de um Laboratório de Química.** Belém, 2010.

OLIVEIRA, C. M. A., MANCILHA, J. C., ROCHA, L. M. S., SASSA, L. H., MELLO, M. A., SANVIDO, M. C., BERGAMO, M. E., REY, M. D., OLIVEIRA, P. C. A., LOPES, W. A. **C. Guia de Laboratório para o Ensino de Química: instalação, montagem e operação.** São Paulo, 2007. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/downloads/selo\\_guia\\_lab.pdf](http://www.crq4.org.br/downloads/selo_guia_lab.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2014.

SATO, M. S. **A Aula de Laboratório no Ensino Superior de Química.** São Carlos, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75133/tde-17042012-165501/pt-br.php>>. Acesso em 30 jun. 2015.

SERÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. P. **O Papel da Experimentação no Ensino de Física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 1. Porto Alegre, 2003.

SOUZA, A. C. P., SANTOS, K. A., PAULA, M. A., CAMPOS, R. V. M. **Elaboração do Mapa de Riscos do Laboratório de Química Aplicada da Universidade Estadual do Paraná – Fecilcam.** Campo Mourão, 2013. Disponível em:

<[http://www.fecilcam.br/anais/vii\\_eepa/data/uploads/artigos/8-09.pdf](http://www.fecilcam.br/anais/vii_eepa/data/uploads/artigos/8-09.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2015.

TRAVAIN EXTINTORES. **Aprenda Escolher o Extintor de Incêndio Adequado**. Indaiatuba, 2015. Disponível em: <<http://travainextintores.com.br/blog/2014/06/aprenda-escolher-o-extintor-de-incendio-adequado/>>. Acesso em: 05 ago. 2015.

UP CONTROL. **Módulos Didáticos**. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <[http://upcontrol.com.br/?page\\_id=94](http://upcontrol.com.br/?page_id=94)>. Acesso em: 04 ago. 2015.

ZUCCO, C., PESSINE, F. B. T., ANDRADE, J. B. **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química**. Química Nova, v. 22, n. 3, p. 454-461, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v22n3/1102.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2015.

## ANEXOS

## ANEXO A: Resistência Química de Luvas Utilizadas em Laboratório

Fonte: MENEZES, 2010.

PRODUTO QUIMICO	Borracha Latex	Neoprene Nitrilica	Borracha	PVC
Ac. Acético 50%	E	E	E	E
Ac. Clorídrico. 35%	E	E	E	E
Ac. Fluorídrico. 40%	E	E	E	E
Ac. Fosfórico. 80%	E	E	E	E
Ac. Sulfurico. 50%	E	E	E	E
Acetato de Etila	B	B	SA	AS
Acedtona	E	E	AS	AS
Acetonitrila	AS	E	NT	AS
Ácido Nítrico	E	E	B	E
Alcool Etilico	E	E	E	E
Alcool Isopropílico	E	E	E	E
Alcool Metílico	E	E	E	E
Benzeno	AS	SA	AS	SA
Cicloexano	AS	E	E	NT
Dietanolamina	E	E	E	E
Dimetilformamida	E	E	AS	SA
Dissulfeto de Carbono	AS	SA	B	SA
Formaldeido 30%	E	E	E	B
Hexano e Heptano	AS	E	E	SA
Hidróxido de Amônio	E	E	E	E
Hidróxido de Sódio40%	E	E	E	E
Hidróxido Potas. 45%	E	E	E	E
Nitrobenzeno	NT	B	AS	SA
Tetracloroeto Carbono	AS	SA	B	B
Tetrahidrofurano	AS	SA	AS	SA
Ticloroetileno	AS	SA	AS	AS
Tolueno	AS	SA	AS	AS
Trietanolamina	E	E	E	E
Xilenos ( O M P )	AS	SA	B	SA

E – excelente B – Bom SA – Sofre ataque NT – Não Testado

## **ANEXO B – Ementas das Disciplinas Aplicadas do Curso de Química Industrial da UEMS**

**Fonte:** CEPE-UEMS, 2009.

### **1 - Disciplina: Higiene e Segurança do Trabalho**

#### **Ementa**

Fundamentos da segurança no trabalho. Análise de riscos. Aspectos administrativos e organizacionais da função higiene e segurança. Dispositivos de proteção individual. Prevenção e proteção contra-incêndios. Primeiros Socorros. Riscos elétricos. Manutenção. Higiene industrial e contaminação química. Ruído. Vibrações. Ambiente térmico. Radiações ionizantes e não ionizantes. Iluminação. Estocagem, armazenagem e manuseio de produtos químicos. Organização e dimensionamento de postos de trabalho. Normas pertinentes à atividade específica.

### **2 - Disciplina: Operações Unitárias I e II**

#### **Ementa**

Introdução às Operações Unitárias da Indústria Química. Mecânica dos fluidos: Conceitos básicos e equações fundamentais. Escoamento em tubulações. Bombas. Medidores de vazão. Agitação mecânica de líquidos. Transmissão de calor: Condução, Convecção e Radiação. Aplicações. Transporte de Massa e Operações Unitárias relacionadas com estágios em equilíbrio: Aspectos básicos de Transporte de Massa e de Equilíbrio entre fases (líquido-vapor e líquido-líquido). Destilação. Absorção. Extração. Operações Unitárias relacionadas com tratamento de sólidos: Análise granulométrica. Transporte de sólidos. Fragmentação e moagem. Filtração.

### **3 - Disciplina: Processos de Controle Ambiental**

#### **Ementa**

Processos, operações e equipamentos usados no controle da poluição. Licenciamento Ambiental. Avaliação de Impacto Ambiental. Certificação Ambiental. Estudos Ambientais: EIA/RIMA, PCA, RCA. Legislação ambiental e instituições que cuidam da proteção do meio ambiente.

### **4 - Disciplina: Processos Químicos Industriais Inorgânicos**

#### **Ementa**

A indústria de processos químicos. Energia na indústria de processos químicos. Ácido sulfúrico. Amônia. Indústria cloro-álcali: cloro, ácido clorídrico, soda e cloreto de sódio. Indústria de curtumes, couros e derivados. Indústria de fertilizantes e corretivos. Indústria de processamentos de metais e não metais.

### **5 - Disciplina: Processos Químicos Industriais Orgânicos**

#### **Ementa**

Indústrias de Tintas. Indústria da Borracha. Indústria da Celulose e Papel. Indústria petroquímica. Indústria de medicamentos. Prevenção e Controle da Poluição nas Indústrias Orgânicas.

### **6 - Disciplina: Tecnologia de Carnes, Pescados e Derivados**

#### **Ementa**

Transporte de matéria-prima. Abatedouros aspectos de construção. Processos produtivos de derivados de carnes vermelhas, brancas e de pescado. Equipamentos, instalações industriais e serviços de suporte. Controle de qualidade desses produtos. Cálculo dos rendimentos e custos industriais. Especificações de câmara frigoríficas. Congelamento e estocagem. Aproveitamento de sub-produtos e tratamento dos resíduos.

### **7 - Disciplina: Tratamento de Efluentes Industriais**

#### **Ementa**

Parâmetros de controle da qualidade dos efluentes industriais, conceituação dos processos de tratamento físico-químicos e biológicos, legislação aplicada, caracterização e tratamento dos efluentes industriais. Normas e métodos gerais de tratamento de efluentes líquidos e gasosos na indústria. Normas gerais de lançamento e tratamento de rejeitos sólidos.

### **8 - Disciplina: Tecnologia de Fermentação**

#### **Ementa**

Histórico, conceitos e considerações sobre substâncias obtidas por fermentação. Microrganismos de importância para os processos fermentativos: aeróbios e anaeróbios. Processos e métodos de fermentação. Cinética de crescimento dos microrganismos. Fermentação de aguardentes, cerveja e vinhos. Fermentação láctica: vegetais, carnes, laticínios, pescados e considerações sobre ensilagem. Fermentação acética: vinagres. Obtenção de ácidos orgânicos: cítrico, láctico e outros.

### **9 - Disciplina: Tecnologia de Processamento da Cana-de-Açúcar**

#### **Ementa**

Atividades agrícolas relacionada com a cana-de-açúcar, tratamento preliminares da cana-de-açúcar para produção de açúcar e álcool, processo industrial na produção de álcool-fermentação, destilação do álcool, tancagem de álcool, rendimento de processo na produção de álcool, balanço térmico nas usinas de açúcar e álcool, efluentes nas usinas de açúcar e destilarias de álcool, aspectos técnicos-econômicos do álcool carburante e álcool a partir de outros derivados agrícolas.