



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**MBA EM GESTÃO AMBIENTAL**

MARIANA GOMES OLIVEIRA

**ANÁLISE DE RISCOS EM LABORATÓRIO DE PESQUISA DE**  
**ENGENHARIA E PROCESSOS AMBIENTAIS**

CURITIBA

2022

MARIANA GOMES OLIVEIRA

ANÁLISE DE RISCOS EM LABORATÓRIO DE PESQUISA DE ENGENHARIA  
E PROCESSOS AMBIENTAIS

Relatório Técnico apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, Curso de Especialização MBA em Gestão Ambiental, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. M. Luiz Fernando Joly Assumpção

CURITIBA

2022

## RESUMO

Existe a necessidade de se estabelecer nos laboratórios de ensino e de pesquisa, normas mais rígidas de segurança. Atividades desenvolvidas em laboratórios de análises químicas envolvem riscos que possam resultar em acidentes tanto de trabalho, quanto ambientais com elevada severidade, assim, medidas de segurança devem ser aplicadas de modo a minimizarem os riscos de acidentes que podem envolver essas atividades. A análise de risco e confecção de um manual de segurança em laboratório de pesquisa desenvolvido no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) teve como objetivo contribuir para o aperfeiçoamento da segurança nas atividades laboratoriais e apresentar os riscos e procedimentos de segurança a serem seguidos dentro das atividades desenvolvidas no Laboratório de Engenharia e Processos Ambientais.

**Palavras-chave:** Gestão Ambiental; Avaliação de Riscos; Laboratório de Engenharia;

## **ABSTRACT**

There is a need to establish stricter safety standards in teaching and research laboratories. Activities developed in chemical analysis laboratories involve risks that can result in both work and environmental accidents with high severity, thus, safety measures must be applied in order to minimize the risks of accidents that may involve these activities. The risk analysis and preparation of a safety manual in a research laboratory developed in the Course Completion Work (TCC) aimed to contribute to the improvement of safety in laboratory activities and to present the risks and safety procedures to be followed within the activities developed in the Laboratory of Engineering and Environmental Processes.

**Keywords:** Environmental Management; Risk Assessment; Engineering Laboratory.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Planta do Laboratório de Engenharia e Processos Ambientais. ....	22
Figura 2- Placas de tensão fixadas em cada equipamento. ....	25
Figura 3- Quadro com os telefones de emergência disponíveis.....	26

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BET	Análise de Área superficial Específica (Brunauer-Emmet-Teller)
BTX	Benzeno, Tolueno e Xileno
EPCs	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPIs	Equipamentos de Proteção Individual
FDSR	Ficha com Dados de Segurança de Resíduos Químicos
FISPQ's	Ficha de Segurança de Produtos Químicos
HPLC	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
MTE	Ministério do Trabalho
NBR	Norma Técnica Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TG/DTA	Análise Termogravimétrica

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1 Contextualização.....	9
1.2 Fundamentação teórica.....	11
1.3 Objetivo geral e específicos .....	14
1.4 Justificativa.....	14
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	16
<b>2.1 Atividades Laboratoriais</b> .....	16
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	19
3.1 Análise de Risco .....	19
3.2 Confeção do Manual de Segurança do Laboratório de Engenharia e Processos Ambientais.....	23
3.2.1 Acesso e Permanência.....	23
3.2.2 Conduta e Atitudes .....	23
3.2.3 Manuseio de Equipamentos .....	25
3.2.4 Plano de Ação de Emergência.....	26
3.2.5 Responsabilidades.....	27
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	27
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28
ANEXO I - PLANILHA COM A AVALIAÇÃO DE RISCOS DO LABORATÓRIO .....	29
ANEXO II- EXEMPLO DE MATRIZ DE RISCO SIMPLIFICADA.....	31
ANEXO III – REGISTRO DE NÃO CONFORMIDADE, INCIDENTES E ACIDENTES.....	32
APÊNDICE A – TABELA DE SEVERIDADE E PROBABILIDADE.....	33





## 1. INTRODUÇÃO

### IDENTIFICAÇÃO DO LABORATÓRIO

LEPA – Laboratório de Engenharia e Processos Ambientais

#### LOCALIZAÇÃO:

Faculdade de Engenharia Química- Av. Albert Einstein, 500 - Cidade Universitária, Campinas - SP, 13083-852.

Bloco C –Térreo.

#### 1.1 Contextualização

É de conhecimento geral que, acidentes em laboratórios ocorrem pela imperícia, negligência e até imprudência dos técnicos. Existe, portanto, necessidade de se estabelecer nos laboratórios de ensino e de pesquisa, normas mais rígidas de segurança. De maneira geral, os equipamentos em uso nos laboratórios utilizam linhas de gases e/ou exigem altas temperaturas no desenvolvimento das análises. Sendo assim, as medidas de segurança devem ser aplicadas de modo a minimizarem os riscos de acidentes envolvendo essas atividades.

Atividades desenvolvidas em laboratórios de análises químicas envolvem riscos que possam resultar em acidentes tanto de trabalho, quanto ambientais com elevada severidade. Tal situação, pode ser decorrente de que nos ambientes desses laboratórios ocorre a presença de riscos, tais como aqueles relacionados com os diversos gases que são empregados nas condutas das análises, alguns deles inflamáveis, outros asfixiantes e outros ainda, conforme o Capítulo 3.2 da Resolução ANTT 420/2004 são considerados como tóxicos e perigosos. Nesses ambientes ocorrem também operações em que envolvem a energia térmica de elevadas condições, a energia elétrica como também o manuseio de agentes químicos tóxicos e perigosos. Conforme o documento “*Anuário Estatístico da Previdência Social de 2020*”, disponível no site do Ministério do Trabalho em Emprego (FAZENDA, 2020), ocorre a indicação de que um dos fatores que resultam em acidentes do trabalho é o ato inseguro. Conforme Assumpção (2020), em sua obra denominada por “*Manual Prático para Gerenciamento de Acidentes do Trabalho; Método 11S, respostas rápidas e seguras*”, refere que o ato inseguro seja condição relacionada com o comportamento subjetivo assumido pelo trabalhador, caracterizada como imprudência ou negligência. Sobretudo, deve-se também incluir nessa relação,

as condições de imperícia são relacionadas com a responsabilidade do empregador. Nessa mesma obra consta que as usuais ações corretivas para que se possa neutralizar ou eliminar as condutas de imprudência e de negligência, notadamente sejam a adoção de austeras políticas de disciplina.

Destaque-se que a tarefa mais importante dentro de um gerenciamento de riscos seja aquela relacionada com as condutas da identificação dos riscos. Caso a adotada seja diferente de uma metodologia técnica, quando comumente se empregam aspectos subjetivos para identificar os riscos, ou mesmo quando for técnica, embora, descuidada, um risco poderá ficar desprovido de ser identificado e a esteira das subsequentes ações que teriam como função anulá-lo ou controlá-lo serão inexistentes e, por assim ser os adversos efeitos poderão ser o dia a dia do laboratório.

Em que pese que as condutas de identificação dos riscos seja uma técnica e muito robusta, caso as ações subsequentes, tais como o Plano de Ações Preventivas, o Plano de Monitoramento e o subsequente Plano de Atendimento às Emergências contenham fragilidades, os imprevistos e desagradáveis acidentes poderão acontecer e as consequências poderão ser até irreversíveis. Para que se possa reduzir, controlar e eliminar riscos dimanantes das atividades que são desenvolvidas em laboratórios de análises químicas e em outros assemelhados, nesta obra estão reunidas as melhores boas práticas de como os riscos existentes em laboratórios de análises químicas podem ser inequivocamente identificados, devidamente caracterizados e por conseguinte e através das orientações técnicas aqui apresentadas, seguramente neutralizados ou eliminados, para que acidentes do trabalho em laboratórios de pesquisa e ensino e/ou acidentes ambientais seja efetivamente evitados, conforme a seguir demonstrados:

Esta análise de risco e confecção de manual de segurança em laboratório de pesquisa desenvolvido no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo contribuir para o aperfeiçoamento da segurança nas atividades laboratoriais e apresentar os riscos e procedimentos de segurança a serem seguidos dentro das atividades desenvolvidas no Laboratório de Engenharia e Processos Ambientais. É importante que o trabalho de avaliação de riscos seja feito da maneira mais completa possível e que os procedimentos para minimização destes sejam pensados de modo mais simples. A simplicidade e a

eliminação de procedimentos supérfluos devem ser perseguidas de modo que a facilidade de execução das normas de segurança seja um fator que garantirá que a adesão e o comprometimento com a segurança sejam efetivos por todos dentro do laboratório.

O desenvolvimento desse manual, quanto a sistematização dos procedimentos de segurança nas atividades de pesquisa, armazenamento e manuseio de produtos perigosos foi realizado de modo a minimizar os possíveis riscos de acidentes de acordo com as atividades desenvolvidas no laboratório. As atividades e riscos do laboratório citados são o foco desse manual. Em tópicos posteriores será apresentada a avaliação de risco e as medidas que estão sendo tomadas no laboratório quanto a segurança do laboratório, além de sugestões de outros controles e instalação de equipamentos voltados para um ambiente seguro.

## **1.2 Fundamentação teórica**

Pode-se afirmar que os laboratórios são partes muito importantes dos estabelecimentos de ensino, institutos de pesquisa e indústrias. Pelos tipos de trabalho que neles são desenvolvidos, são inúmeros os riscos de acidentes causados por exposição a fontes de energias tais como a agentes tóxicos e perigosos, a energia elétrica, a energia térmica na forma de calor, às radiações ionizantes e não ionizantes (Lasers e assemelhados) e a agentes biológicos. Dados estatísticos provam que a maioria dos acidentes em laboratórios ocorrem pela imperícia (inexperiência), negligência (falta de cuidado através da omissão voluntária) e até imprudência (agir sem precaução) pelos técnicos (FAZENDA, 2020). Existe, portanto, necessidade de se estabelecer nos laboratórios de ensino e de pesquisa normas rígidas de segurança.

Usualmente, durante a fase de formação técnica nas universidades, os alunos recebem informações diversas, contudo, podem ficar desprovidos de conhecimentos acerca das normas relacionadas com a segurança do trabalhador. Na evolução profissional desses alunos, quando da fase de entrevistas para a assumir um cargo técnico são avaliados diversos aspectos, contudo, avaliações acerca dos conhecimentos e experiências sobre a segurança do trabalho são invariavelmente relegados. Diante dessa situação,

nos laboratórios onde os riscos de acidentes do trabalho são existentes, quando da admissão de um profissional, a tarefa de orientação acerca dos riscos a que o recém-admitido se submeterá é atribuição da chefia do laboratório.

Outro aspecto de elevada importância dentro da gestão de riscos de um laboratório de análises químicas é o relacionado com as condições inseguras. Notadamente, condições inseguras em laboratórios são relacionadas com a má utilização de espaços, do tipo de mobiliário, da disposição incorreta das instalações e da falta de equipamentos de proteção. “Uma dificuldade bastante comum é que o laboratório, na maioria das vezes, é montado em local já construído; raramente, constrói-se um edifício para ser usado especificamente como laboratório” (MACHADO, PATRICIA FERNANDES LOOTENS; MÓL, 2008). Todos os requisitos de segurança devem ser incluídos já na montagem do laboratório e mesmo pequenos detalhes devem ser previstos no projeto inicial. Estudos sobre a topografia do terreno, orientação solar, ventos, segurança do edifício e do pessoal, distribuição e tipos de bancadas, capelas, estufas, muflas, tipos de piso, iluminação e ventilação devem ser especificamente dirigidos ao tipo de laboratório.

Muito importante no projeto de montagem de um laboratório é o estudo do local que será destinado ao almoxarifado. Quando as propriedades físicas e químicas dos produtos químicos armazenados são negligenciadas, riscos relacionados com acidentes tais como incêndios, explosões, emissão de gases tóxicos, vapores, pós e radiações ou combinações variadas desses efeitos podem acontecer. No que tange aos produtos químicos, é importante considerar não somente a sua toxicidade, mas, também o risco relacionado com a quantidade envolvida.

Para uma armazenagem adequada, é fundamental que cada material ou substância esteja acondicionado em frasco compatível e apropriadamente rotulado. A qual deve considerar a compatibilidade e não critérios como ordem alfabética ou estado físico (MACHADO, PATRICIA FERNANDES LOOTENS; MÓL, 2008).

Devem existir também normas bem definidas com relação ao acesso de estranhos ao laboratório e outros itens responsáveis por acidentes. Nos laboratórios existem diversos tipos de equipamentos que por suas características envolvem sérios riscos. “Os riscos de acidentes estão presentes

em qualquer área de trabalho, compreender o significado de risco é conhecer os perigos aos quais os trabalhadores estão expostos em função da atividade laborativa desenvolvida” (RANGEL et al., 2014). Os maiores riscos operacionais estão presentes na manipulação de substâncias tóxicas, venenosas, inflamáveis, explosivas, corrosivas, radioativas ou de agentes biológicos. Do ponto de vista de Saúde Pública é também importante o conhecimento de como se deve destruir o material já usado no laboratório, tais como: resíduos químicos, radioativos e microbiológicos.

É importante ressaltar que equipamentos de proteção coletiva (EPCs) permitem a realização de operações sob reduzidas condições de risco para os envolvidos, desde que, saibam utilizá-los. Como capela de exaustão, extintores de incêndio, caixa de primeiros socorros, chuveiro etc. Entretanto, não basta somente equipamentos coletivos, os equipamentos de proteção individual (EPIs) destinam-se à proteção de quem estiver exposto a atividades específicas, para prevenir ou diminuir lesões que possam ocorrer. Como jalecos, luvas, óculos de proteção, sapatos fechados etc. (CIENFUEGOS, 2001).

A finalidade básica de qualquer programa de segurança em laboratórios de Química, Bioquímica e Microbiologia é a preservação da integridade física do pessoal. Para tanto, são muito importantes os treinamentos de capacitação sobre segurança do trabalho para novos funcionários, para que se informem dos riscos aos quais estarão expostos e as maneiras de evitá-los.

Em relação a legislações vigentes, destaca-se algumas normas regulamentadoras (NR) que estabelecem os requisitos técnicos e legais sobre os aspectos mínimos de Segurança e Saúde Ocupacional. De forma que, se seguidas corretamente reduzem quase que por total riscos de acidentes acontecerem. As quais pode-se citar:

NR 6 – Equipamento de Proteção Individual;

NR 8 – Edificações;

NR10 – Serviços em Eletricidade;

NR 17 – Ergonomia;

NR 23 – Proteção contra incêndios;

Além de NBRs que tratam de tópicos como o gerenciamento de produtos químicos (NBR 14725/2017, que regulamenta os critérios de classificação de substâncias, misturas, dá instruções para elaboração do Rótulo de produtos

químicos e da Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ), também sobre resíduos químicos (NBR 16725/2014, que regulamenta informações sobre segurança e meio ambiente – Ficha com Dados de Segurança de Resíduos Químicos – FDSR e rotulagem) dentre outras existentes.

Teoricamente, pode-se pensar que acidentes graves não devem ocorrer desde que sejam seguidas certas legislações e normas de segurança específicas e as boas práticas de laboratório. Mas, o fato é que estes acidentes ocorrem: e nestes casos, o pessoal deve estar preparado para tomar, sem vacilar, a atitude correta e imediata, através das medidas estabelecidas em um prévio Plano de Atendimento às Emergências. Tudo isto é possível por intermédio de treinamento prévio e específico, cujo principal objetivo é o de orientar e treinar o pessoal de maneira a evitar os acidentes e, caso estes ocorram, a tomar medidas imediatas (UNESP, 2010; USP, 2004).

### **1.3 Objetivo geral e específicos**

Este trabalho tem como objetivo contribuir para o aperfeiçoamento da segurança nas atividades laboratoriais e apresentar os riscos e procedimentos de segurança a serem seguidos dentro das atividades desenvolvidas no Laboratório de Engenharia e Processos Ambientais.

Para isto, os objetivos específicos deste estudo abrangem:

- Realizar a confecção de um manual de segurança do laboratório;
- Realizar a sistematização dos procedimentos de segurança nas atividades de pesquisa;
- Minimizar os possíveis riscos de acidentes de acordo com as atividades desenvolvidas nos laboratórios.

### **1.4 Justificativa**

Laboratórios são partes muito importantes dos estabelecimentos de ensino, institutos de pesquisa e indústrias. Porém são inúmeros os riscos de acidentes que podem vir a acontecer neste tipo de local. Assim, esse manual apresenta as

principais medidas de segurança a serem obedecidas de modo a minimizar os riscos de acidentes no laboratório. Apesar de amplo, é necessário que seja bem estudado para que seja aplicado nas atividades individuais e seja cobrado dos colegas do laboratório atitudes seguras.

## 2. METODOLOGIA

A fim de realizar este trabalho, e a confecção de um Manual de Segurança em laboratório de pesquisa, foi necessário fazer o levantamento de todas as atividades que são desenvolvidas no Laboratório de Processo e Engenharia Ambiental, e conseqüentemente, os materiais e equipamentos que estão envolvidos nessas atividades, os quais trazem riscos potenciais para os usuários e meio ambiente.

### 2.1 Atividades Laboratoriais

Fazem parte das atividades desenvolvidas no laboratório, pesquisas na área ambiental e farmacêutica. As linhas de pesquisa realizadas são descritas abaixo:

(a) Desenvolvimento e avaliação de adsorventes alternativos para fins ambientais: adsorventes provenientes de resíduos de processos industriais, materiais biodegradáveis, blendas a partir de resíduos industriais, polissacarídeos/proteínas, biomassa de origem vegetal, argilas, dentre outros.

(b) Pesquisas nas áreas de adsorção de metais nobres, tóxicos e compostos orgânicos voláteis como, por exemplo, benzeno, tolueno e xileno (BTX).

(c) Pesquisas na área farmacêutica: incorporação de fármacos em blendas naturais, desenvolvimento de blendas para liberação controlada/modificada.

(d) Processos de adsorção de fármacos a partir de adsorventes alternativos como as argilas.

Essas linhas de pesquisas envolvem o desenvolvimento de experimentos com os citados poluentes. As atividades vão desde o preparo de soluções (manuseio de produtos químicos: sais de metais tóxicos, ácidos, bases, sais, fármacos, além dos materiais adsorventes), realização dos experimentos, e caracterização dos materiais adsorventes.

Quanto aos experimentos de metais tóxicos/nobres e de BTX, o preparo de soluções exige cuidados para se evitar a contaminação do usuário, já que os sais utilizados são altamente contaminantes. Durante o experimento, a utilização



de ácido e bases para o controle do pH também representa um fator de risco relacionado a essas atividades. O manuseio e análise das soluções obtidas, para avaliação do processo de adsorção, também apresenta riscos de contaminação do usuário, sendo, portanto, necessário cuidados e procedimentos de segurança no desenvolvimento de toda a atividade. Os experimentos que utilizam fármacos exigem cuidados semelhantes. O risco de inalação e contaminação demanda cuidados para preservar o usuário.

A seguir, na Tabela 1, são apresentados os principais equipamentos utilizados nas atividades realizadas no laboratório.

Tabela 1- Principais equipamentos utilizados no laboratório e principais características sobre os equipamentos e análises.

<b>Equipamento</b>	<b>Características da análise/equipamento</b>
Absorção Atômica	1 – Determinação da concentração de íons metálicos em solução. 2 – Linhas de gás acetileno, ar comprimido, utilização de chama.
BET	1 – Determinação da área superficial de materiais particulados. 2 – Linha de gás, alta temperatura, manuseio de nitrogênio líquido
Ultrassom	1 – Agitação ultrassônica. 2 – Ruído.
Análise de carga superficial (ZETA)	1 – Avaliação de carga superficial. 2 – Manuseio de produtos químicos: sais, ácidos e bases.
HPLC	1 – Determinação da concentração de compostos orgânicos em solução. 2 – Manuseio de compostos tóxicos voláteis.
Estufas e Muflas	1 – Preparo de material adsorvente. 2 – Altas temperaturas.
TG/DTA	1 – Análise termogravimétrica 2 – Linhas de gás, alta temperatura (risco baixo se o equipamento for utilizado da maneira correta).
Picnômetro	1 – Determinação da densidade do material particulado. 2 – Equipamento operado sob pressão.
Porosímetro de mercúrio	1 – Determinação da densidade do material particulado. 2 – Equipamento operado sob pressão.
Shaker	1 – Experimentos que exigem agitação. 2 – Ruído e riscos físicos.

---

Computadores	1 – Análise de resultados e escrita científica. 2 – Riscos ergonômicos.
--------------	--

---

Fonte: A autora (2022).

De maneira geral, os equipamentos utilizam linhas de gases e/ou exigem altas temperaturas e utilização de soluções no desenvolvimento das análises. Sendo assim, as medidas de segurança devem ser aplicadas de modo a minimizarem os riscos de acidentes envolvendo essas atividades.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Análise de Risco**

A pesquisa desenvolvida para a elaboração deste manual foi desenvolvida nas instalações do Laboratório de Engenharia e Processos Ambientais da Faculdade de Engenharia Química e as considerações e constatações obtidas são as que a seguir são apresentadas:

A planilha com a avaliação de riscos se encontra no Anexo I deste trabalho. No Anexo II pode ser observado uma matriz de risco simplificada, esta matriz funciona como uma ferramenta que pode ser implementada para auxiliar o gestor a visualizar a probabilidade de um determinado cenário ocorrer em uma organização e o impacto dele. A partir desta correlação de informações, é possível identificar graficamente quais riscos devem ser mitigados, retidos ou evitados (ASSUMPCAO, 2020). Em todas as atividades realizadas existem riscos associados, que são classificados de acordo com a sua severidade (potencialidade do nível de dano que o risco pode produzir) e probabilidade (possibilidade de ocorrência de um dano) (APÊNDICE A). Observa-se que parte dos riscos estão relacionados com o layout do laboratório. Porém, devido ao espaço relativamente reduzido do laboratório esta situação não apresenta solução a curto prazo. Também, se faz necessário que os equipamentos sejam mais bem distribuídos, pois, devido à grande quantidade, os equipamentos ficam muito próximos uns dos outros. Esse fato, além dos riscos de acidentes que podem ser propagados, pode causar interferências nos resultados dos equipamentos. Assim, recomenda-se análise dessa situação de risco e definição de solução que possibilite um layout seguro dos laboratórios e instalação dos equipamentos de segurança. Recomenda-se que uma área maior seja pleiteada pelas responsáveis do laboratório para diminuição dos riscos associados ao espaço insuficiente do laboratório.

Não há saídas de emergência do lado oposto ao da entrada do laboratório, estado essa situação em desacordo com o contido no subitem 23.2 da NR – 23 da Portaria MTe 3.214/1978 (TRABALHO, 2011). A mesma porta de entrada é a porta de saída, sendo que, em caso de incêndio nas duas primeiras salas, a saída segura dos laboratórios fica comprometida. Também, devido a existência de linhas de gases e devido a utilização de produtos químicos, a instalação de exaustores é recomendada, que podem prevenir acidentes relativos a

intoxicação por vapores tóxicos, vapores ácidos e material particulado que pode ocorrer no laboratório devido acidentes com reagentes químicos. Em muitas atividades a ausência de exaustor nas salas do laboratório é um fator que faz com que a atividade seja desenvolvida com riscos moderados/inaceitáveis.

*NR 23 - Proteção Contra Incêndios*

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

*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. (Sublinhados pelo autor desta obra).*

Ainda com relação aos reagentes, possíveis derramamentos (ou quebra do frasco e espalhamento do material reagente) faz com que a atmosfera do laboratório seja contaminada com vapores irritantes. Nesse caso os exaustores minimizariam esses problemas. Na nova distribuição de armazenagem dos resíduos e reagentes, notou-se a necessidade de espaços mais adequados para tal. Faltam espaços para separar todos os tipos de reagentes. Além disso, recomenda-se a compra de bandejas de plástico e de vidro para colocar os reagentes dentro dos armários (contenção secundária recomendada). Essas bandejas são importantes para evitar que derramamentos se espalhem pelo armário e atinjam frascos de outros reagentes.

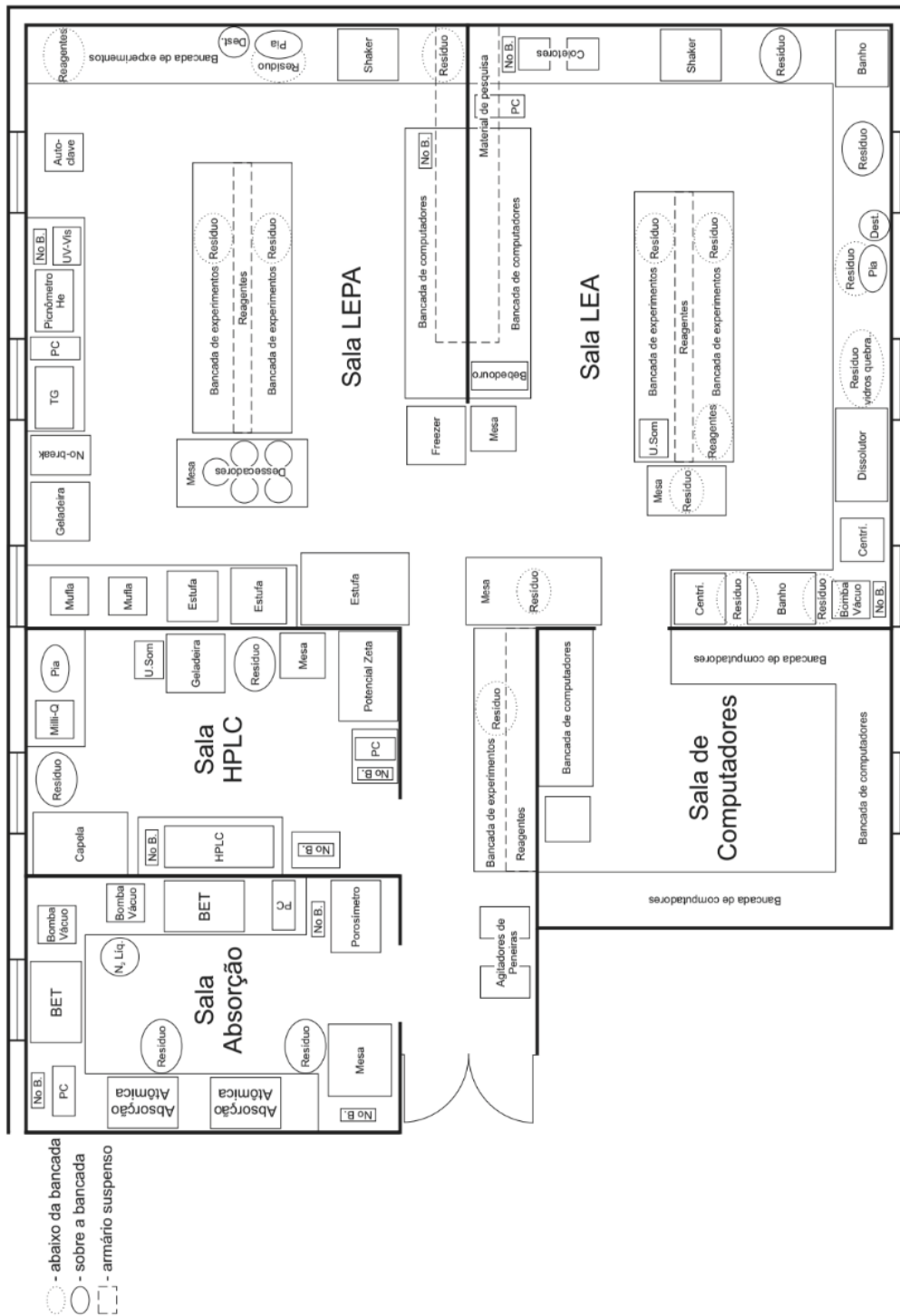
A instalação de luzes de emergência é recomendada no corredor principal do laboratório. Devido atividades noturnas serem frequentes no laboratório, incidentes como a falta de energia pode ser um fator gerador de acidentes no laboratório.

A fim de prevenir problemas respiratórios nos usuários do laboratório, recomenda-se a instalação/substituição de sistema de ar-condicionado nos ambientes onde eles estejam quebrados. A análise de risco indicou que está é uma possível fonte de incidentes aos usuários do laboratório. Ainda, recomenda-se que periodicamente aos filtros de ar sejam limpos e o aparelho enviado para limpeza e manutenção profissionais. Os riscos associados a problemas respiratórios é um fator que deve ser cuidadosamente considerado.

Dentre as medidas de segurança já adotadas, ou em fase de implementação, pode-se citar:

- Desenvolvimento de um Manual de Segurança;
- Reuniões de instrução quanto a segurança e novos procedimentos, reuniões para conscientização e discussão das questões de segurança do laboratório
- Classificação de segurança dos reagentes;
- Criação de lista geral – CONTROLE – dos reagentes do laboratório;
- Nova distribuição de armazenagem de reagentes no laboratório;
- Disposição das FISPQs nos locais de armazenagem dos reagentes (dentro do armário de reagentes).
- Implementação de placas de segurança e sinalizadoras (Flechas, saídas, 110 V e 220 V);
- Organização do laboratório (numeração dos armários) – utilizado no controle atual e futuros de reagentes e resíduos;
- Distribuição do procedimento de Operação/Segurança – próximo aos equipamentos;
- Desenvolvimento de procedimentos para todos os equipamentos;
- Medidas de segurança quanto ao uso do equipamento;
- Criação de um espaço para controle de segurança: registro de acidentes, manuais/documentos.

Figura 1- Planta do Laboratório de Engenharia e Processos Ambientais.



Fonte: A autora (2022).

## 3.2 Confeção do Manual de Segurança do Laboratório de Engenharia e Processos Ambientais

Neste tópico será demonstrado como o Manual de Segurança foi confeccionado e quais itens foram inseridos.

### 3.2.1 Acesso e Permanência

Esse tópico tem por finalidade regularizar o acesso e permanência de todas as pessoas no laboratório, com especial ênfase aos trabalhos realizados fora do horário administrativo.

*Norma 1* – Não trabalhar sozinho nos laboratórios fora do horário administrativo e em finais de semana, em atividades que envolvam elevados riscos potenciais. **Em caso de necessidade de trabalho noturno sozinho, avisar o vigia noturno para verificação periódica.**

*Norma 2* – Evitar o acesso e permanência de pessoas estranhas nas dependências do laboratório. O acesso pode ser permitido somente por necessidade expressa de serviço na presença de um responsável, ou com a autorização deste.

### 3.2.2 Conduta e Atitudes

Esse tópico tem por finalidade delinear a forma de conduta e atitudes seguras de todas as pessoas, docentes, funcionários e alunos da universidade ou não, de forma a contribuir para minimizar os riscos das atividades efetuadas. Dentro do laboratório é necessário que todos sejam comprometidos com a organização do local. Material espalhado, experimentos e frascos não identificados acarretam riscos a todos os usuários e a qualidade da pesquisa a ser desenvolvida.

A limpeza de bancadas, vidrarias, equipamentos evita incidentes/acidentes e a contaminação dos experimentos e consequentes interferências nos resultados.

Exemplos:

- **Material não identificado:** mistura de frascos e perda de experimentos;
- **Jaleco sujo:** contaminação do usuário caso o material contaminante tenha secado no jaleco e este entre em contato com a pele;

- **Vidraria suja:** Risco de quebra dentro da pia, risco de material secar e contaminar a vidraria de maneira a ser difícil remover o contaminante, etc.

A seguir algumas regras básicas serão listadas.

*Norma 3* – Cada ambiente laboral que envolva risco, deve manter em local visível uma lista com o nome das pessoas que lá trabalham, endereço e telefone para contato.

*Norma 4* – É proibido fumar nas áreas de riscos.

*Norma 5* – É proibido a ingestão de qualquer alimento ou bebida nas áreas de risco (riscos de contaminação do alimento e do ambiente laboratorial).

*Norma 6* – Lavar as mãos quando entrar e antes de sair do laboratório. Nunca levar as mãos aos olhos durante os trabalhos.

*Norma 7* – Aprenda a usar o extintor antes que acidentes aconteçam. Aprenda a utilizar corretamente os EPI antes de iniciar as atividades no laboratório.

*Norma 8* – Use óculos e máscara de proteção quando manusear produtos químicos no laboratório. Evite usar lentes de contato (vapores tóxicos, ou vapores ácidos, podem reagir com a membrana da lente aumentando os riscos aos olhos).

*Norma 9* – Utilizar EPI nas atividades de laboratório: luvas, máscara, jalecos, protetor auditivo, etc.

*Norma 10* – Localizar o equipamento de segurança: extintor, chuveiro de segurança, caixa de primeiros socorros, EPI etc.

*Norma 11* – Não entre em locais de acidentes sem uma máscara de proteção contra gases. Use máscara de proteção contra gases em locais de acidentes (Fumaça, derramamento de líquidos voláteis ou ácidos, material particulado disperso na atmosfera, etc.). Nesses casos ligar imediatamente o exaustor do laboratório.

*Norma 12* – Leitura prévia da FISPQ para começar a manusear substâncias. (FISPQ - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos é um documento normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) conforme norma, ABNT-NBR 14.725).

*Norma 13* – Não compartilhar EPI (equipamento de proteção individual). Cada aluno deve ter seu KIT de EPI contendo máscara (de acordo com o material de trabalho), óculos de proteção, jaleco, luvas, etc. Cabe ao aluno o bom uso e a manutenção desse material.



*Norma 14* – Em caso de incêndio mantenha a calma: desligue os aparelhos e inicie o combate ao fogo e, se for o caso, chame os bombeiros.

### 3.2.3 Manuseio de Equipamentos

Nos laboratórios, procedimentos de cada um dos principais equipamentos será produzido e fixado próximo ao equipamento, em local visível. Esse documento apresenta, de maneira resumida, as principais etapas de análise e, também, os requisitos de segurança necessários para a realização da atividade (riscos envolvidos, EPI necessários etc.).

Para o manuseio dos equipamentos é necessário que a pessoa que deseja realizar a análise seja treinada por um operador mais experiência na atividade. Alunos mais antigos do laboratório devem auxiliar novos alunos no manuseio de equipamentos e quanto aos EPI necessários. Isso não libera o aluno da leitura do manual do equipamento e do procedimento fixado na parede, próximo ao equipamento. Todos os procedimentos estarão disponíveis no grupo de e-mail. Ao notar qualquer erro, ou falha no documento, o aluno deverá atualizar o procedimento de modo a torná-lo mais completo e com descrições mais seguras. O documento deve ser atualizado no grupo virtual do laboratório (não apagar a versão anterior, apenas adicionar a versão atualizada na pasta do referido procedimento).

*Norma 15* - Antes de ligar qualquer equipamento deve-se verificar a tensão do equipamento. Na Figura 2 é exemplificado o emplacamento das tensões dos equipamentos do laboratório.

Figura 2- Placas de tensão fixadas em cada equipamento.



Fonte: A autora (2022).

### 3.2.4 Plano de Ação de Emergência

Laboratórios que manuseiam produtos químicos, como é o caso dos laboratórios, podem ser uma área de trabalho perigosa. Desta maneira, é muito importante que sejam conhecidos os procedimentos de segurança que devem ser usados quando ocorrem determinados acidentes. É de vital importância conhecer a localização das pessoas e equipamentos necessários quando o acidente exigir assistência especializada. Números de telefones, como os de ambulância, bombeiros, posto médico, hospital e médico mais próximos estão fixados na parede, próximo ao telefone.

Em caso de acidente: ligue pedindo socorro o mais rápido possível.

A seguir, na Figura 3, são apresentados os avisos contendo os números de emergência fixados próximo aos telefones do laboratório.

Figura 3- Quadro com os telefones de emergência disponíveis.



Fonte: A autora (2022).

### 3.2.5 Responsabilidades

Como a Faculdade de Engenharia Química ainda não dispõe de um programa de treinamento básico de normas de segurança para alunos ingressantes, é necessário que a preocupação com segurança, implementação dos procedimentos de segurança e análise de riscos seja sempre estimulada por todos dentro do grupo de pesquisa, alunos e professores.

No laboratório será adotado um registro para os acidentes e incidentes, de acordo com o “PROCEDIMENTO DE TRATAMENTO DE NÃO CONFORMIDADES” (Anexo III), a seguir qualificado: - “*Procedimento de tratamento de não conformidades*”; edição: 02; datado de: 27 de novembro de 2021; elaborado por: Edson Thomaz; documento contendo 22 páginas.

Nesse documento é descrita definição das terminologias empregadas, e a forma de se proceder no registro dos procedimentos a serem adotados em caso de não conformidade, as ações corretivas, avaliação das causas e medidas protetivas que deverão ser implementadas.

## 4. CONCLUSÃO

É notório que a análise de riscos e elaboração de manuais de segurança são grandes diferenciais para manter o ambiente de trabalho seguro de

acidentes que possam ocorrer para seus usuários e também pra o meio ambiente. É necessário ainda, que o treinamento de pessoas e constante revisão e atualização dos manuais e de medidas de segurança seja mantido para garantir sua efetividade.

## REFERÊNCIAS

ASSUMPCAO, L. F. J. **Manual Prático para Gerenciamento de Acidentes do Trabalho; Método 11S, respostas rápidas e seguras**. Curitiba: Independently Published, 2020.

CIENFUEGOS, F. **Segurança no Laboratório**. [s.l.] Rio de Janeiro, 2001.

FAZENDA, S. DE P. DO M. DA. **Anuário Estatístico da Previdência Social de 2020**. Disponível em:

<[http://sa.previdencia.gov.br/site/2020/04/Beps022020\\_trab\\_Final\\_portal.pdf](http://sa.previdencia.gov.br/site/2020/04/Beps022020_trab_Final_portal.pdf)>.

MACHADO, PATRICIA FERNANDES LOOTENS; MÓL, G. DE S. Experimentando química com segurança. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, p. 4, 2008.

RANGEL, S. V. D. et al. SEGURANÇA EM PRÁTICAS DE ENSINO EM LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA. **Revista Práxis**, v. 6, n. 12, 5 dez. 2014.

TRABALHO, M. DO. **NR 23- Proteção Contra Incêndios** Brasil, 2011.

UNESP. **Normas de Armazenamento de Produtos Químicos. Curso de Higiene e Segurança - Pesquisa Google**. Disponível em: <[https://www.google.com/search?q=Normas+de+Armazenamento+de+Produtos+Químicos.+Curso+de+Higiene+e+Segurança&sxsrif=ALiCzsYk6V2K869tikG3LiVcRDQnd4eNRg%3A1658928244268&source=hp&ei=dDzhYt2SDszY1sQP\\_dqVyAs&iflsig=AJiK0e8AAAAAYuFKhJsUNC2WhaEWSEPI7UR\\_KVZpyZT-&v](https://www.google.com/search?q=Normas+de+Armazenamento+de+Produtos+Químicos.+Curso+de+Higiene+e+Segurança&sxsrif=ALiCzsYk6V2K869tikG3LiVcRDQnd4eNRg%3A1658928244268&source=hp&ei=dDzhYt2SDszY1sQP_dqVyAs&iflsig=AJiK0e8AAAAAYuFKhJsUNC2WhaEWSEPI7UR_KVZpyZT-&v)>.

USP. **Diretrizes e Manual de Segurança | Instituto de Química**. Disponível em: <<http://www.iq.usp.br/portaliqusp/?q=pt-br/diretrizes-e-manual-de-seguranca>>.

## ANEXO I - PLANILHA COM A AVALIAÇÃO DE RISCOS DO LABORATÓRIO

Dano	Probabilidade	Severidade	Gerenciamento Possível
Doenças respiratórias / desconforto laboral / riscos relacionados a utilização dos equipamentos acondicionados na sala	2	2	Implantação de Sistema de ar-condicionado: Manutenção/Instalação/Limpeza do Sistema ar-condicionado (contratação de empresa habilitada)
Impedimento de rota: Incêndio na sala bloqueia única saída do lab.	2	5	Novo Layout
Queimaduras quando manuseado de maneira incorreta	4	3	Uso de vestimenta e EPI adequados
Dificuldade de manuseio dos equipamentos e locomoção	3	1	Novo Layout / Eliminação de móveis não utilizados
Intoxicação por gases e Voláteis	3	3	Implantação de Sistema de exaustão
Contaminação por metais tóxicos	3	3	Queimadura por calor e risco de cortes
Queimadura por calor e risco de cortes	4	3	Queimadura por calor e risco de cortes
Utilização incorreta acarreta risco de projeção (lançamento) de peças devido a pressurização do equipa. com possibilidade de perfuração do operador (similar a tiros).	4	2	Criação de procedimentos de operação / treinamento do operador
Intoxicação por Voláteis	2	3	Implantação de Sistema de exaustão para retirada de voláteis (ex.: acidentes com drrramamentos) - não aplicado
Dificuldade de manuseio e	3	1	Novo Layout / Eliminação de móveis não utilizados / ÁREA MAIOR PARA O LAB./

<b>locomoção, riscos de acidentes</b>			Prcedimentos de trabalho seguro / Vestimenta adequada
<b>Explosão e Dano físico e material</b>	2	4	Criação de procedimentos e teinamento do operador (verificação das valvulas de segurança e escape de vapr a cada uso)
<b>Risco de contaminação e queimaduras térmica e química.</b>	4	3	Treinamento do operador/Uso de luva térmica / Procedimentos
<b>Danos físicos ao operador.</b>	3	2	Procedimentos / Treinamento do operador/Alertas

## ANEXO II- EXEMPLO DE MATRIZ DE RISCO SIMPLIFICADA

EQUIPAMENTO: ABSORÇÃO ATÔMICA					
IDENTIFICAÇÃO			AVALIAÇÃO	TRATAMENTO AO RISCO	
EVENTO DE RISCO	CAUSA	EFEITO	NIVEL DE RISCO- Anexo I (probabilidade x severidade)	RESPOSTA AO EVENTO DE RISCO	RESPONSÁVEL
Eletricidade	Ligar/Desligar equipamento	Choque elétrico	Moderado	Cuidado ao conectar equipamentos na rede elétrica	Técnico
Soluções metálicas	Preparo de soluções para análise	Contaminação por metal pesado	Grave	Cuidado no preparo e uso de EPIs	Técnico
Evaporação de gases	Exposição pelo equipamento	Inalação	Alto	Uso de EPIs e manutenção do equipamento	Técnico/Equipe
Radiação	Exposição pelo equipamento	Cancerígeno	Grave	Manutenção de equipamento	Equipe
Chama	Queimador (converter a solução em átomos gasosos).	Explosão/ Queimadura	Grave	Cuidado no manuseio e Uso de EPIs	Técnico
Ruído	Exposição	Incomodo auditivo	Moderado	Uso de EPIs	Técnico

### ANEXO III – REGISTRO DE NÃO CONFORMIDADE, INCIDENTES E ACIDENTES

		<b>SISTEMA DE GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL</b>																					
<b>Registro e Tratamento de INCIDENTES , ACIDENTES, ATO INSEGURO, CONDIÇÃO INSEGURA</b>																							
Relatório nº: _____		Data de Emissão: _____																					
<b>Motivo:</b> <input type="checkbox"/> INCIDENTE <input type="checkbox"/> ATO INSEGURO <input type="checkbox"/> ACIDENTE <input type="checkbox"/> CONDIÇÃO INSEGURA																							
Descrição (descrição da situação evidenciada)																							
<b>AÇÃO IMEDIATA</b>																							
Requer Análise de Causa ? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO    Resp. _____																							
↓																							
Investigação das Causas (Reais e Potenciais)																							
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">M1: Mão de Obra</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">M2: Método</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">M3: Máquina / Equip.</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">—————→</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">NC</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">M4: Material /MP</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">M5: Medição</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">M6: Meio</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">↑</td> <td style="text-align: center;">↑</td> <td style="text-align: center;">↑</td> <td></td> </tr> </table>				M1: Mão de Obra	M2: Método	M3: Máquina / Equip.		↓	↓	↓		—————→			NC	M4: Material /MP	M5: Medição	M6: Meio		↑	↑	↑	
M1: Mão de Obra	M2: Método	M3: Máquina / Equip.																					
↓	↓	↓																					
—————→			NC																				
M4: Material /MP	M5: Medição	M6: Meio																					
↑	↑	↑																					



## APÊNDICE A – TABELA DE SEVERIDADE E PROBABILIDADE



SEVERIDADE				
GRAU	EFEITO	GTR DE SEGURANÇA DO TRABALHO	GTR DE MEIO AMBIENTE	GTR DE INCÊNDIO
1	LEVE	Acidentes ou Doenças Ocupacionais que não provocam lesões (ex. batidas leves, arranhões, etc.);	Impacto localizado com alguma perturbação ao meio ambiente sem comprometimento legal e à nenhuma referência normativa;	Princípio de incêndio que se auto extingue;
2	MODERADO	Acidentes ou Doenças Ocupacionais sem afastamentos com lesões não incapacitantes (ex. pequenos cortes, torções leves, etc.);	Impacto localizado com perturbação mais pronunciada ao meio ambiente sem comprometimento legal e à nenhuma referência normativa;	Princípio de incêndio que é extinto facilmente;
3	GRAVE	Acidentes ou Doenças Ocupacionais com afastamentos e lesões incapacitantes sem perdas de substância ou membros (ex. fraturas, cortes pronunciados, etc.);	Impacto localizado com perturbação ao meio ambiente com comprometimento legal ou alguma referência normativa;	Incêndio que é extinto com os profissionais da unidade e com os equipamentos disponíveis sem prejudicar a continuidade de operação da unidade;
4	SEVERO	Acidentes ou Doenças Ocupacionais com afastamento e lesões incapacitantes com perdas de substância ou membros (ex. perda de parte de dedos, etc.);	Impacto generalizado com perturbação ao meio ambiente com comprometimento legal ou alguma referência normativa;	Incêndio de proporções que destrói a parte vital da capacidade produtiva que impossibilita temporariamente a continuidade de produzir;
5	CATASTRÓFICO	Morte.	Impacto localizado ou generalizado com perturbação pronunciada ao meio ambiente com comprometimento legal ou a alguma referência normativa e afetando à imagem da empresa;	Incêndio total nas instalações da unidade. Após o incêndio não resta nada.



PROBABILIDADE		
GRAU	OCORRÊNCIA	CONDIÇÃO
1	Improvável	Baixíssima probabilidade de ocorrer o dano. (uma ocorrência em alguma empresa do mesmo tipo e nenhuma na unidade)
2	Possível	Baixa probabilidade de ocorrer o dano. (uma ocorrência na unidade nos últimos dez anos)
3	Ocasional	Moderada probabilidade de ocorrer o dano. (várias ocorrências no mesmo tipo de empresa e até três casos na unidade nos últimos cinco anos)
4	Regular	Elevada probabilidade de ocorrer o dano. (mais de dez ocorrências na unidade nos últimos dez anos)
5	Certa	Elevadíssima probabilidade de ocorrer o dano. (espera-se que ocorram pelo menos três vezes nos próximos doze meses)