



**COPPE/UFRJ**

**PADRÕES CONCEITUAIS DE PROJETO: BOAS PRÁTICAS DE PROJETO E  
ERGONOMIA PARA LABORATÓRIO**

Bernardo Bastos da Fonseca

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Mário Cesar Rodriguez Vidal

Rio de Janeiro

Março de 2010

PADRÕES CONCEITUAIS DE PROJETO: BOAS PRÁTICAS DE PROJETO E  
ERGONOMIA PARA LABORATÓRIO

Bernardo Bastos da Fonseca

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO  
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA  
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

---

Prof. Mário Cesar Rodriguez Vidal, Dr.Ing

---

Prof. Marcello Silva e Santos, D.Sc.

---

Prof. Marcus Vinicius de Araújo Fonseca, D.Sc.

---

Prof. José Orlando Gomes, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2010

Fonseca, Bernardo Bastos da

Padrões Conceituais de Projeto: Boas Práticas de Projeto e Ergonomia para Laboratório/ Bernardo Bastos da Fonseca. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

X, 104 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Mario Cesar Rodriguez Vidal

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2010.

Referências Bibliográficas: p. 100-104.

1. Ergonomia. 2. Projeto. 3. Padrões conceituais. 4. Boas práticas. 5. Laboratório I. Vidal, Mario Cesar Rodriguez. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me apoiaram e contribuíram no desenvolvimento dessa dissertação.

Aos professores do laboratório GENTE/COPPE,  
em especial aos professores Mário César Rodriguez Vidal, Marcello Silva e  
Santos e Renato Bonfatti.

Aos colegas mestrandos e doutorandos, em especial ao Moisés, João, Paola,  
Raphael e Simone.

Ao pessoal que trabalha no laboratório GENTE/COPPE, em especial à Eloísa e  
Suênia.

A toda minha família.

Aos meus pais, que tanto me ajudaram e apoiaram.

À minha irmã, que me ajudou indubitavelmente.

À minha avó, que me ensina até hoje.

Aos funcionários dos laboratórios da FIOCRUZ.

Aos meus amigos da faculdade e do colégio.

À minha amiga Marília pela ajuda extra.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

PADRÕES CONCEITUAIS DE PROJETO: BOAS PRÁTICAS DE PROJETO E  
ERGONOMIA PARA LABORATÓRIO

Bernardo Bastos da Fonseca

Março/2010

Orientador: Mario César Rodriguez Vidal

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho possui a proposta de desenvolver requisitos e boas práticas de projeto para laboratórios, que foi denominado Padrões Conceituais de Projeto. A partir da execução da Análise Ergonômica, foi possível conhecer a situação de trabalho e identificar seus aspectos impactantes. Em seguida, cada aspecto foi ampliado com o apontamento do impacto, oportunidade de melhoria e justificativa. Com base na ampliação, Padrões Conceituais de Projeto foram elaborados com a seguinte estrutura: fotografia da situação real de trabalho, descrição da realidade e da atividade, recomendações, conceito visual e requisitos. Eles foram agrupados de acordo com a tipologia da atividade e com o fluxo produtivo.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

CONCEPTUAL DESIGN PATTERNS: GOOD PRACTICES FOR DESIGN AND  
ERGONOMICS TO LABORATORY

Bernardo Bastos da Fonseca

March/2010

Advisor: Mario Cesar Rodriguez Vidal

Department: Production Engineering

This work intends to develop design requirements and good project practices for laboratories, which we have called Project Conceptual Patterns. From the execution of the Ergonomic Analysis, it was possible to understand the work situation and identify its impacting aspects. Next, each aspect was amplified with the impact point out, improvement opportunity and justification. Based on the amplification, Project Conceptual Design Patterns were elaborated with the following structure: real work situation photography, both reality and activity description, recommendations, visual aspect and requirements. They were grouped according to the nature of activity and the productive flow.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
1.1 Proposta de trabalho .....	01
1.2 Problematização .....	03
1.3 Oportunidade .....	04
1.4 Delimitação do estudo .....	05
1.4.1 Ambiente .....	05
1.4.2 Atividade .....	05
1.5 Objetivo da dissertação .....	06
1.6 Estrutura da dissertação .....	07
<b>CAPÍTULO 2 BASE METODOLÓGICA .....</b>	<b>09</b>
2.1 Ergonomia .....	09
2.2 Análise ergonômica .....	10
2.3 Projeto .....	13
2.4 Ergonomia de concepção .....	18
2.5 Padrões conceituais de projeto .....	19
<b>CAPÍTULO 3 ANÁLISE GLOBAL .....</b>	<b>22</b>
3.1 Análise global do contexto .....	22
3.2 Introdução .....	22
3.3 Equivalência farmacêutica .....	23
3.4 Laboratório de desenvolvimento e validação analítica (LDVA) .....	24
3.5 Infraestrutura .....	25
3.5.1 Primeiro laboratório .....	25
3.5.1.1 População .....	27
3.5.1.2 Equipamentos .....	28
3.5.2 Segundo laboratório .....	28

3.5.2.1 População .....	30
3.5.2.2 Equipamentos .....	31
3.5.3 Terceiro laboratório .....	31
3.5.3.1 População .....	33
3.5.3.2 Equipamentos .....	33
<b>CAPÍTULO 4 CROMATOGRAFIA .....</b>	<b>34</b>
4.1 Introdução .....	34
4.2 Definição .....	35
4.3 Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) .....	35
4.4 Fase-móvel .....	36
4.5 Reservatório da fase-móvel .....	36
<b>CAPÍTULO 5 TAREFA – TRABALHO PRESCRITO .....</b>	<b>38</b>
5.1 Análise do fluxo de tarefas .....	38
5.2 Equipamentos utilizados na tarefa .....	41
5.3 Áreas participantes da tarefa .....	42
5.4 Postos de trabalho .....	42
<b>CAPÍTULO 6 ATIVIDADE – TRABALHO REAL .....</b>	<b>44</b>
6.1 Análise do fluxo de atividades .....	44
6.1.1 Sequenciamento das atividades.....	45
6.1.2 Aparelhos e artefatos .....	54
6.1.3 Posto de trabalho .....	56
<b>CAPÍTULO 7 PROBLEMAS OBSERVADOS (ERGONOMISTA E OPERADORES) .....</b>	<b>58</b>
7.1 Operadores (Analistas químicos) .....	59
7.2 Problemas observados .....	64

7.2.1 Levantamento bibliográfico .....	64
7.2.2 Preparação da fase-móvel .....	64
7.2.3 Preparação das amostras .....	65
7.2.4 Análise cromatográfica .....	66
7.2.5 Ambiente .....	67
7.3 Listas dos problemas identificados .....	68
<b>CAPÍTULO 8 PROVIDÊNCIAS (MELHORIAS) .....</b>	<b>70</b>
8.1 Levantamento bibliográfico .....	71
8.2 Preparação da fase-móvel .....	72
8.3 Preparação das amostras .....	75
8.4 Análise cromatográfica .....	77
8.5 Ambiente .....	78
<b>CAPÍTULO 9 REQUISITOS (PADRÕES CONCEITUAIS DE PROJETO) .....</b>	<b>79</b>
9.1 Levantamento bibliográfico .....	81
9.1.1 Recomendações .....	81
9.1.2 Padrão conceitual (Material bibliográfico) .....	82
9.2 Preparação da fase-móvel .....	83
9.2.1 Recomendações .....	84
9.2.2 Padrão conceitual (Fase- móvel) .....	84
9.2.3 Recomendações .....	86
9.2.4 Padrão conceitual (Cromatógrafo líquido) .....	86
9.3 Preparação das amostras.....	88
9.3.1 Recomendações.....	88
9.3.2 Padrão conceitual (Amostras) .....	89
9.4 Análise cromatográfica.....	91
9.4.1 Recomendações.....	91
9.4.2 Padrão conceitual (Cromatografia) .....	92
9.5 Ambiente.....	94
9.5.1 Recomendações.....	95

9.5.2 Padrão conceitual (Espaço) .....	95
<b>CAPÍTULO 10 CONCLUSÃO</b> .....	97
10.1 Resultados alcançados.....	98
10.2 Oportunidades futuras.....	99
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	100

## **CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO**

Esta dissertação tem como tema o fluxo produtivo em laboratórios, com enfoque na atividade de cromatografia. A presença maciça desse tipo de ambiente, nos diversos setores produtivos, faz destacar a importância da realização de estudos, na área de Ergonomia, voltados para laboratórios. Dentro desse tema, foram focados os laboratórios que realizam cromatografia líquida de alta eficiência: técnica de separação de misturas e identificação de seus componentes, que tem sido encontrada predominantemente nas áreas de química fina, síntese orgânica, bioquímica, farmácia, biologia, de meio ambiente e outras.

A Ergonomia, disciplina que objetiva a transformação positiva do trabalho, embasou todo o desenvolvimento da dissertação através da Análise Ergonômica e da Ergonomia de Concepção.

Com a aplicação dos conhecimentos de Ergonomia, os resultados obtidos através da análise ergonômica geraram a elaboração de recomendações de projeto. Conceitos desenvolvidos a partir de cada recomendação resultaram em padrões conceituais, no qual o autor desse trabalho intitula como boas práticas de projeto e de gestão de projetos.

### **1.1 Proposta de trabalho**

Essa dissertação é resultado do desenvolvimento inicial de uma pesquisa que o laboratório GENTE/COPPE começou no campo da Ergonomia e Projeto. Esta pesquisa tem por fundamento desenvolver um desencadeamento metodológico na elaboração de padrões conceituais para situações de trabalho. Sendo esse estudo ainda incipiente, esta dissertação enveredou nessa área inovadora na tentativa de desenvolver padrões conceituais de projeto. A situação de trabalho escolhida para este desenvolvimento foram os laboratórios da Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ, uma vez que fora realizada, recentemente, uma análise ergonômica em um dos laboratórios estudados, fato que proporcionou maior agilidade e redução de tempo na coleta de dados. Por conta disso, foi também facilitado o acesso deste pesquisador aos funcionários da Fundação e aos demais laboratórios que participaram da pesquisa.

Ao longo desta análise, foram observados diversos aspectos presentes no ambiente de trabalho que intervinham na atividade de cromatografia. Em paralelo, aspectos semelhantes ao do primeiro laboratório, estavam presentes também em outros laboratórios. Através dessas observações, diversas demandas ergonômicas foram identificadas no tocante aos problemas que envolvem o processo de cromatografia líquida. Após essa identificação, decidiu-se pesquisar e analisar mais dois laboratórios que apresentassem características semelhantes às do primeiro. Foram escolhidos somente dois laboratórios, totalizando três, devido ao tempo de que cada análise ergonômica necessitava para ser efetivada e finalizada.

Ao longo da análise ergonômica, foram utilizadas ferramentas presentes na Análise Ergonômica do Trabalho – AET, fazendo uso do seu encadeamento metodológico. A construção social presente em todas as etapas do trabalho, possibilitou a entrada do ergonomista nos três laboratórios e em suas áreas integrantes, além do acesso aos funcionários que ali trabalhavam.

Em cada laboratório, foram selecionados dois operadores para participar do trabalho. Eles foram escolhidos em conjunto com a Responsável Técnica dos três laboratórios. Todo o processo da ação conversacional ocorreu com esses funcionários, através de questionários e entrevistas relacionadas ao tema da dissertação.

Após a análise das atividades nos três laboratórios, estruturou-se uma lista de tribulações presentes na realização da tarefa de cromatografia. Cada item dessa lista foi estudado para gerar recomendações que possam eliminar ou reduzir os impactos que cada tribulação provoca nos funcionários e no fluxo produtivo.

Com a formulação das propostas de melhoria, cada item da lista de tribulações foi ampliado para que pudessem ser desenvolvidos os padrões conceituais. Foi feita uma descrição da atividade realizada e da realidade em que o laboratório se situava, especificaram-se recomendações que pudessem transformar a situação de trabalho, sempre acompanhadas das devidas justificativas. Em seguida, foi formulado o padrão conceitual com a apresentação de conceitos baseados nas recomendações. Eles foram elaborados como uma sugestão de solução e como uma ferramenta visual para facilitar melhor compreensão do padrão. Em conjunto, para completar o padrão, requisitos, para atender a realidade que foi descrita anteriormente e com base no conceito, são formulados, possuindo o papel de um guia de boas práticas de projeto para aquela determinada atividade.

## 1.2 Problematização

No desenvolvimento de projetos de ambientes e situações de trabalho, existem muito poucos documentos ou manuais específicos que orientam o projetista e sua equipe no sentido de indicar possíveis soluções projetuais que auxiliem a equipe no desenvolvimento de projetos que atendam às necessidades das atividades e dos operadores.

Os laboratórios estudados apresentam diversas desconformidades de projeto relacionadas ao arranjo físico, configuração e projeto dos postos de trabalho. Após a análise global realizada nos laboratórios podemos concluir que, no processo de desenvolvimento do projeto dos laboratórios estudados, diversos aspectos em relação às atividades que ali são exercidas e aos trabalhadores, não foram levadas em consideração, provocando *constraints* aos operadores e um mau funcionamento das ações laboratoriais.

Os motivos para esse fato podem ser os mais diversos possíveis como, por exemplo: o desconhecimento, por parte da equipe de projeto, das atividades que iriam ser executadas nos laboratórios e dos equipamentos que necessitam de instalação. Outra causa muito comum em projetos de ambientes de trabalho é a mudança de função de um determinado espaço. Ou seja, quando um ambiente é desenvolvido para comportar uma atividade específica e, por algum motivo, esse mesmo ambiente acaba sendo utilizado para uma outra atividade diferente daquela para a qual fora projetado.

Para que futuros laboratórios não apresentem as mesmas desconformidades e funcionamentos semelhantes aos analisados, faz-se necessário a construção de manuais que apresentem sugestões e especificações de boas práticas de projeto para essa situação de trabalho.

Os manuais de boas práticas de projeto (uma das formas como podemos definir essa documentação) devem ser aplicados a todas as situações e ambientes de trabalhos conhecidos, pois toda atividade necessita de orientações que colaborem no desenvolvimento do projeto que possui relação com essa atividade. Esta dissertação abraçou somente um tipo de atividade em um determinado ambiente de trabalho, mas seus resultados podem ser aplicados em atividades e ambientes semelhantes, com as devidas adaptações a cada realidade.

### **1.3 Oportunidade**

A definição do objeto de estudo da dissertação sucedeu a partir do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC (FONSECA, 2009), cujo tema foi Análise Ergonômica do Trabalho em um laboratório da Fundação Oswaldo Cruz. Esse trabalho fez parte do currículo acadêmico do Curso de Especialização Superior em Ergonomia – CESERG, ministrado na UFRJ / COPPE.

Após a finalização do trabalho de conclusão, todos os componentes da construção social já estavam devidamente preenchidos e estruturados. Isso proporcionou a eliminação de uma das etapas do processo da análise ergonômica e poupou tempo em alguns momentos do processo da ação conversacional. Não se deve esquecer o item principal que favoreceu todo o desdobramento da dissertação: o fato de o ambiente estudado já ser conhecido do autor desse trabalho e que muitas informações, necessárias ao desenvolvimento dos resultados obtidos, já tinham sido coletadas.

No desencadeamento do trabalho de conclusão do CESERG, na etapa Análise Global da AET, foram visitados diversos laboratórios, na FIOCRUZ, que possuem como atividade central a cromatografia, permitindo identificar uma grande quantidade de demandas ergonômicas relacionadas a projeto de ambiente, de postos e situação de trabalho. Assim, após o término do TCC, conclui-se que os laboratórios da FIOCRUZ necessitam de estudos na área de Ergonomia que visem transformar a realidade vigente (possíveis novas instalações e de outros laboratórios em plantas fabris), para que não apresentem as desconformidades, incompatibilidades e disfunções presentes na atual realidade.

Com o tema padrão conceitual de projeto iniciado no laboratório GENTE / COPPE, foi resolvido aplicar esse modelo de ação projetual nos laboratórios da FIOCRUZ. Foram selecionados três laboratórios, dentre eles, o do TCC e outros dois, situados ao lado do primeiro. A escolha se deu devido à construção social previamente estabelecida e estruturada e pela semelhança física e organizacional dos três ambientes.

A decisão de usar como objeto de estudo os laboratórios da Fundação foi um grande estímulo a esta dissertação, por tratar-se de uma Instituição de Pesquisa Pública e com um papel importantíssimo no Sistema de Saúde Pública do nosso país. Poder contribuir, para que esses ambientes possam obter melhorias nos trabalhos ali desenvolvidos, foi fundamental para esta dissertação de mestrado.

## **1.4 Delimitação do estudo**

### **1.4.1 Ambiente**

Esta dissertação de Mestrado desenvolveu-se em três laboratórios da Fundação Oswaldo Cruz, localizados no bairro de Bonsucesso, no Rio de Janeiro. Os três integram o Instituto de Tecnologia em Fármacos – Farmanguinhos, importante unidade técnico-científica da FIOCRUZ vinculada ao Ministério da Saúde (SITE). Os laboratórios, dentre outros, são responsáveis por produzirem medicamentos que atendam aos programas estratégicos do Ministério da Saúde e que são distribuídos à população pelo Sistema Único de Saúde.

Os laboratórios estão instalados no mesmo prédio do Instituto e compartilham a mesma infraestrutura, pois os três são vizinhos. Dois laboratórios são de Equivalência Farmacêutica, onde são realizados ensaios analíticos, químicos e físico-químicos em estudos que têm como objetivo a revalidação de registros e o registro de novos medicamentos.

O outro laboratório é de Desenvolvimento e Validação Analítica, que possui a responsabilidade e atribuição de desenvolver e validar métodos analíticos que permitam análise de controle de qualidade dos novos medicamentos.

### **1.4.2 Atividade**

Nos três laboratórios são realizadas as técnicas de cromatografia líquida de alta eficiência. Essa técnica, presente em vários tipos de laboratórios e indústrias, consiste na detecção e quantificação de diversos componentes que, no caso do objeto de estudo, são os medicamentos.

O sistema chamado de cromatografia líquida é composto de partes que compõem o equipamento cromatógrafo. São elas: fase-móvel, sistema de bombeamento, injetor, coluna cromatográfica, detector e um computador, onde os resultados são registrados. Na análise cromatográfica, há diversas atividades que possibilitam a programação e o preparo do equipamento para realizar o ensaio nos medicamentos.

A cromatografia líquida é atividade principal dos laboratórios, sendo esta o foco desta dissertação.

## 1.5 Objetivo da dissertação

A dissertação tem os seguintes objetivos:

- ⇒ Elaborar os padrões conceituais de projeto (recomendações ou boas práticas de projeto) para laboratórios que comportam a atividade de cromatografia líquida. O desenvolvimento dos padrões acontece com a aplicação dos conhecimentos em Ergonomia, através da análise ergonômica nos laboratórios da FIOCRUZ, e com a utilização da Ergonomia de concepção para alcançar os conceitos gerados em conjunto com os padrões.
- ⇒ Conhecer a realidade laboral dos laboratórios, ambiente que possui carência de estudos de Ergonomia, para proporcionar melhores condições na execução de suas tarefas.
- ⇒ Contribuir com informações que possibilitem projetos de ambientes laborais eficientes, seguros e confortáveis para as pessoas que ali irão trabalhar.
- ⇒ Elaborar informações (essência dos padrões) que auxiliem os projetistas no desenvolvimento de projetos.
- ⇒ Contribuir para que o fluxo produtivo da cromatografia nos laboratórios seja priorizado no desenvolvimento do projeto.
- ⇒ Contribuir com requisitos de projeto que permitam, com eficácia, o desenvolvimento de conceitos de postos de trabalho.
- ⇒ Contribuir com resultados que possibilitem a elaboração de um arranjo físico eficiente e seguro.
- ⇒ Contribuir para o aperfeiçoamento do fluxo produtivo da cromatografia líquida com um melhor layout dos postos de trabalho.
- ⇒ Contribuir para que, antes de iniciar o projeto, sejam consideradas quais atividades serão realizadas no ambiente e suas necessidades técnicas e ergonômicas.
- ⇒ Elaborar boas práticas de projeto (padrões consolidados) para auxiliar os projetos de diversos tipos de laboratórios que tenham alguma semelhança com os que foram analisados.

⇒ Gerar conhecimento que venha contribuir no trabalho de profissionais da área de projeto e em futuros trabalhos relacionados com o desenvolvimento de boas práticas de projeto.

## **1.6 Estrutura da dissertação**

Esta dissertação é constituída de três partes. A primeira contém dois capítulos que são: a introdução e a metodologia.

Na introdução, capítulo 1, o trabalho e seu desenvolvimento são descritos objetivamente para situar o leitor sobre o tema desta dissertação.

Na metodologia, capítulo 2, são apresentados os métodos e as referências bibliográficas que foram utilizadas para fundamentar e desenvolver a dissertação, a fim de alcançarem-se os resultados obtidos.

A segunda parte é composta de sete capítulos que descrevem o processo de desenvolvimento do trabalho.

No capítulo 3, o primeiro dessa parte, é realizada a análise global dos laboratórios para que se possa compreender o funcionamento dos ambientes estudados. É feita uma descrição dos laboratórios, da população (corpo técnico) de cada laboratório e dos equipamentos utilizados na cromatografia líquida.

No capítulo 4, é explicada a cromatografia, sua funcionalidade, área de atuação e como funciona o processo cromatográfico.

No capítulo 5, é descrito todo o trabalho prescrito, ou seja, a tarefa da análise cromatográfica. É realizada a análise do fluxo de tarefas a fim de identificar as áreas, equipamentos e postos de trabalho e participantes do procedimento da preparação e execução do ensaio cromatográfico.

No capítulo 6, é estudado o fluxo de atividade, ou seja, como é o trabalho real e as suas interações com os operadores, equipamentos, postos de trabalho e áreas físicas dos laboratórios. Para essa compreensão foram utilizados métodos de observação *in loco* e ação conversacional com os funcionários (entrevistas estruturadas e conversas).

No capítulo 7, são relatados os problemas expostos pelos funcionários dos laboratórios e os identificados pelo autor desta dissertação, presentes no fluxo de atividades, na situação e no ambiente de trabalho.

O capítulo 8 aponta as providências para cada questão identificada no capítulo 7. São demonstrados: o impacto de cada problemática; a oportunidade de melhoria para resolver o problema apontado; a justificativa para se adotar a melhoria especificada.

No capítulo 9, último da segunda parte, são apresentados os resultados desta dissertação e os padrões conceituais de projeto que foram baseados nos problemas identificados pelos funcionários e na realidade da situação de trabalho. As recomendações e os requisitos foram elaborados em conjunto com uma sugestão visual de conceito para solucionar as dificuldades apresentadas.

A terceira e última parte inclui o capítulo de conclusão, capítulo 10, que contém reflexões sobre o trabalho desenvolvido e as oportunidades futuras de pesquisas mais consistentes, ampliadas, a partir das experiências, dos conhecimentos adquiridos por meio da dissertação ora apresentadas.

## CAPÍTULO 2 BASE METODOLÓGICA

### 2.1 Ergonomia

De acordo com IEA (International Ergonomics Association), pode-se definir Ergonomia como uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas. É também a utilização de teorias, princípios, dados e métodos aplicados a projetos, com o propósito de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema. A transformação do trabalho é a finalidade principal da Ergonomia. (GUÉRIN *et al*, 2001). Essa transformação ocorre através do ergonomista, que possui o papel de contribuir para o planejamento, projeto e avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas. É um ajuste mútuo não só entre o ser humano e seu ambiente de trabalho (COUTO, 2002), mas também o estudo das capacidades e características humanas que afetam o projeto de equipamentos, sistemas e trabalhos. (CORLETT; CLARK, 1995).

Vidal (2008) aponta que a Ergonomia possui como objetivo modificar o processo de trabalho, com o intuito de adequar a atividade de trabalho em relação às características físicas, motoras e mentais das pessoas com vistas ao seu bem-estar, segurança e desempenho. Ou seja, um objetivo centrado nas organizações, buscando a produtividade, confiabilidade e eficiência, qualidade etc. E outro focado no ser humano, objetivando a segurança, saúde, conforto, usabilidade, satisfação, prazer etc. (FALZON, 2007).

Wisner (1987b) define a Ergonomia como “conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia”. Como disciplina prática e aplicada, a Ergonomia procura conduzir soluções sempre concordantes aos usuários, operadores e à realidade da organização de uma, ou de qualquer empresa. (VIDAL, 2002).

Essa disciplina estuda o relacionamento entre o homem e seu trabalho, com o propósito de transformá-lo, sempre buscando segurança, conforto, saúde e eficiência, através da implementação de soluções e encaminhamentos concretizados em projetos de postos de trabalho e arranjo físico, por exemplo.

## 2.2 Análise ergonômica

Para transformar o trabalho, o ergonomista necessita conhecer, antes, o processo que se desenvolve na espécie de trabalho objetivado. Para isso, ele realiza a análise ergonômica, a fim de compreender toda a situação de trabalho. A análise ergonômica é um conjunto estruturado de análises interligadas dos determinantes da atividade de trabalho das pessoas numa organização. (VIDAL, 2008). Ela busca esclarecer o desempenho produtivo e os efeitos da atividade para os operadores envolvidos. (BÉGUIN; DANIELLOU, 2007).

Os métodos utilizados possibilitaram a compreensão não apenas das situações e ambientes de trabalho pesquisados, assim como a estruturação das atividades presentes nos laboratórios. Na coleta de dados e informações a respeito das atividades de trabalho foi necessário articular, durante toda a análise ergonômica, com os atores sociais (operadores / analistas químicos). A articulação fez-se através de entrevistas previamente estruturadas e da ação conversacional. (BONFATTI, 2004). Isso só foi possível com o uso da construção social (VIDAL, 2008), ou seja, junto aos atores sociais.

Em conjunto, estruturou-se o fluxo de tarefas para iniciar a compreensão do processo de cromatografia líquida. Em seguida, observações *in loco* do trabalho real foram realizadas, possibilitando a estruturação do fluxo de atividades. Para melhor compreensão, é importante definir os conceitos de tarefa e atividade (Figura 2.1).

### a) Tarefa (trabalho prescrito)

A tarefa é aquilo que se deseja obter ou aquilo que se deve fazer. (DEJOURS, 2002). É o resultado antecipado, fixado em condições determinadas (GUÉRIN *et al*, 2001), fontes de prescrição (BÉGUIN; DANIELLOU, 2007). Ela não é o trabalho, mas o que é prescrito pela empresa ao operador. É a descrição de como o trabalho deve ser realizado, isto é, o procedimento.

**b) Atividade (trabalho real)**

É a execução da tarefa. É quando o operador desenvolve sua atividade em tempo real (GUÉRIN *et al*, 2001) a fim de atingir o seu objetivo. (IIDA, 1990). É o que realmente o operador faz na situação de trabalho. (VIDAL, 2002).

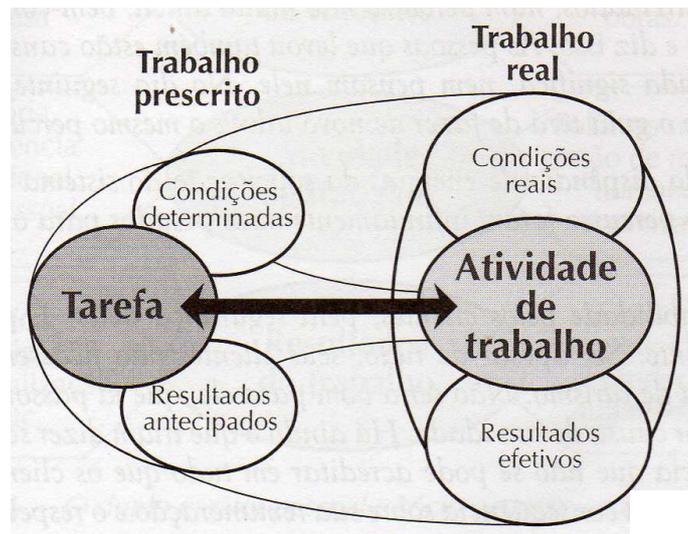


Figura 2.1: Interações entre o Trabalho Prescrito e o Trabalho Real

Fonte: Guérin *et al* (2001)

É sabido que, dificilmente, a tarefa irá condizer com a atividade. O trabalho efetivamente realizado não combina com os procedimentos preestabelecidos que o definem.(DANIELLOU *et al*, 1983).

Para identificar a assimetria entre tarefa e atividade foi realizada a análise ergonômica para estruturar o fluxo de atividade. Para evidenciar as diferenças entre elas, foi feita a análise da atividade (GUÉRIN *et al*, 2001). Ela se refere a um método que visa à compreensão do comportamento do operador, suas estratégias operacionais, processos de pensamento e das interações com outras pessoas em uma determinada situação. (GARRIGOU *et al*, 1995). Para isto, foi preciso longas observações *in loco* do local de trabalho, associadas com as entrevistas e conversas com os trabalhadores, a fim de compreender a realidade da situação de trabalho. Importante lembrar que a compreensão do trabalho não pode se limitar à observação da atividade. (BÉGUIN; DANIELLOU, 2007). Por isso, considerou-se, por exemplo, o capital dos laboratórios que pertencem a uma Instituição Pública de pesquisa. Isso é fator que muitas vezes pode

provocar alguns *constraints*, conforme o seguinte desabafo de um dos funcionários entrevistados: “Aqui, tudo é difícil e demorado”.

A Ergonomia tem sido solicitada, frequentemente, a atuar em questões relacionadas à inadequação dos postos de trabalho e à caracterização da atividade de trabalho. Esta última é fundamental para instrumentalizar o desempenho dos sistemas de produção, com o objetivo de alcançar um bom funcionamento das atividades. (ABRAHÃO, 2000). A inadequação dos postos de trabalho, a população de trabalhadores, constituem um problema social importante, com reflexos nas questões de requalificação, saúde e produtividade. (ABRAHÃO, 2000). De acordo com a proposta de trabalho desta dissertação, a análise ergonômica salienta os seguintes aspectos da situação e ambiente de trabalho:

#### **a) Posto de Trabalho**

Para que a empresa funcione bem, é imprescindível que cada posto de trabalho funcione bem. O posto de trabalho deve servir ao operador de maneira bem adaptada, a fim de ele realizar o trabalho com conforto, eficiência e segurança. (IIDA, 1990). Os melhores critérios, do ponto de vista ergonômico, são a postura e o esforço físico exigido dos trabalhadores, ou seja, são as aplicações da Ergonomia física que contribuem com especificações relativas ao posto de trabalho. (IIDA, 1990; VIDAL, 2002).

#### **b) Ambiente**

Para um melhor rendimento das atividades realizadas, os locais de trabalho devem ser salutar e agradáveis, proporcionando ao operador proteção, satisfação e conforto ao realizar suas tarefas. (KLIEMANN, 1998).

O ambiente de trabalho abrange os postos de trabalho e as condições físicas como iluminação, temperatura, ruído, vibração e agentes químicos. (IIDA, 1990). Compreende, também, a distribuição dos postos no espaço (arranjo físico).

Nas análises executadas nos laboratórios foram considerados somente a temperatura e os agentes químicos como fatores que intervêm na atividade. O índice de iluminação não foi considerado uma vez que foi exposto pelos funcionários como um item satisfatório para a realização das tarefas. As condições térmicas foram apontadas pelos atores sociais como um ponto crítico

devido a suas variações, e o ergonomista, após a análise ergonômica, não só concordou com esse apontamento, assim como com os agentes químicos presentes nos solventes que são constantemente manuseados.

### 2.3 Projeto

A Ergonomia, em complementaridade com a Engenharia de Produção, visa à participação do ergonomista nos projetos de desenvolvimento tecnológico, projetos de automação, modernização e concepção de unidades produtivas dos diferentes setores industriais. (DUARTE, 2002). Para o bom funcionamento de uma fábrica, é imprescindível o bom funcionamento dos postos de trabalho, com seus arranjos e dimensionamentos adequados à atividade, o que proporciona eficácia na produção (IIDA, 1990).

Além das diversas áreas de atuação, a Engenharia de Produção trata de projetos para a produção de bens e serviços (FLEURY, 2008). O ergonomista, a partir da análise da atividade daqueles que utilizam os produtos existentes (WISNER, 1990), irá colher e interpretar informações e dados para então conceituar e projetar transformações para o ambiente de trabalho. O tratamento desses projetos é feito com o auxílio da Ergonomia, que deve estar presente, principalmente, nas etapas iniciais do desenvolvimento de projeto (CORLETT; CLARK, 1995; IIDA, 1990; CHAPANIS, 1995; WULFF *et al*, 1999; HASLEGRAVE; HOLMES, 1994; GUÉRIN *et al*, 2001; VIDAL, 2002; DANIELLOU, 2007; BÉGUIN, 2007; MARTIN, 2007). Ou seja, para um bom projeto, a Ergonomia deve ser considerada como uma parte essencial dele, e não como algo à parte, separado (CORLETT; CLARK, 1995).

Chapanis (1995), em seu artigo *Ergonomics in product development: a personal view*, identifica a contribuição do ergonomista no processo de desenvolvimento de produtos e mostra como ele atua nas etapas desse processo, principalmente na análise da atividade para coletar informações sobre os usuários do produto, seu funcionamento, requisitos de projeto, dentre outros.

Em seu artigo, Wulff *et al* (1999) relata a importância da presença do ergonomista na equipe de projeto para o desenvolvimento de ambientes de trabalho que resultam em uma melhor eficiência operacional e como ele articula os diversos conhecimentos e documentos relacionados ao projeto. Haslegrave; Holmes (1994) no

artigo *Integrating ergonomics and engineering in the technical design process*, define que a colaboração entre o projetista e o ergonomista pode ser estabilizada, porém não é ainda estabelecida em algumas situações. Ela aponta casos em que essa colaboração foi sucesso em diversas empresas e descreve o processo de desenvolvimento de um caminhão em que a participação do ergonomista foi de grande valor para o acerto do projeto.

A atuação do funcionário e sua atividade em situação compõem variáveis que devem ser integradas pelo projetista. Para o ergonomista, são dimensões que devem orientar as escolhas relacionadas ao projeto (BÉGUIN, 2007). A análise ergonômica feita nos laboratórios visou especificar os critérios em relação ao projeto. Os conhecimentos resultantes da análise objetivam identificar a natureza dos problemas a tratar para atingir a meta (BÉGUIN, 2007), que nesta dissertação: o desenvolvimento de padrões conceituais de projeto para laboratórios (boas práticas).

Esse trabalho evidenciou, na área de projeto, dois aspectos fundamentais presentes na situação de trabalho e no fluxo de atividades: postos de trabalho e o arranjo físico (ambiente). Eles podem ser incorporados na Ergonomia de produto, voltada para a inclusão de recomendações ergonômicas no projeto de diversos artefatos, direcionado para o projeto de sistemas de trabalho (VIDAL, 2002). Os padrões elaborados abordaram esses dois aspectos. Na sua feitura, foram assimilados três métodos de desenvolvimento de projeto para produtos. Eles contribuíram até a etapa de especificações de projeto, formulada a partir do estudo de cada problema observado e da formulação das oportunidades de melhorias com as respectivas justificativas.

O primeiro método (BAXTER, 2003) apresenta o conceito de Funil de Decisões (Figura 2.2). O Funil é uma forma de visualizar as variações do risco e da incerteza, ao longo do processo de desenvolvimento do produto, que é composto por tomadas de decisões que norteiam o seu encaminhamento.

No início do processo, metas, oportunidades, conceitos e requisitos não são determinados, pois não se sabe ainda que produto será desenvolvido. Não é possível especificar o produto antes que ele seja desenvolvido. À medida que o desenvolvimento do produto avança ao longo do funil de decisões, as características do produto vão se definindo melhor e seu escopo vai se estruturando cada vez mais com o passar de cada etapa do processo de desenvolvimento.

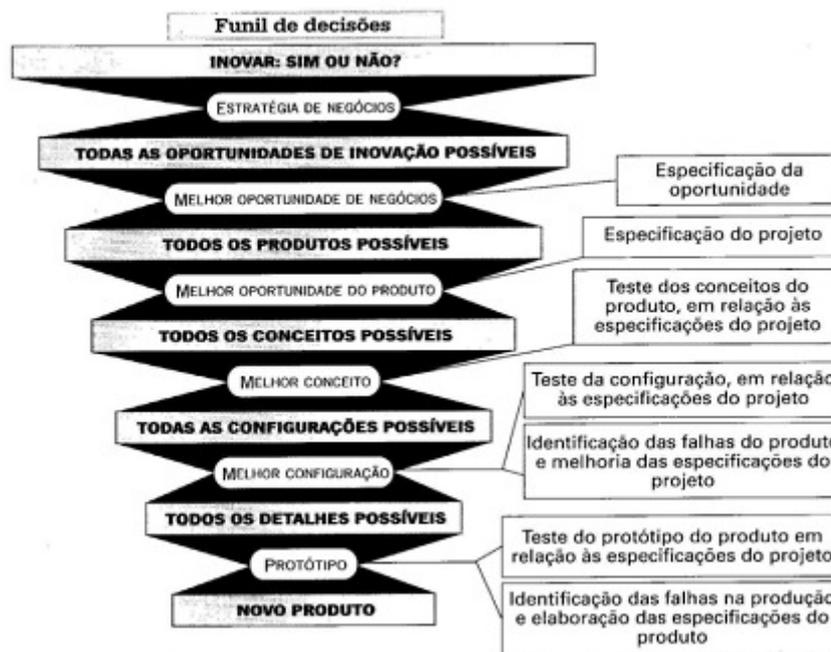


Figura 2.2: Funil de decisões, redução das incertezas ao longo do processo de desenvolvimento do produto

Fonte: Baxter (2003).

Na dissertação, o processo de desenvolvimento foi interrompido na Especificação do projeto, onde foram formulados requisitos em função dos problemas presentes nos laboratórios e apontados através da análise ergonômica. Concomitantemente foram elaborados conceitos com a finalidade de ilustrar uma possível aplicação dos mesmos.

O segundo método assimilado (IIDA, 1990) expõe seis etapas básicas que abrangem, de maneira geral, o processo de desenvolvimento de produto (Tabela 2.1).

Tabela 2.1: Etapas do processo de desenvolvimento de produtos

Fonte: Baxter (2003)

Etapas do processo de desenvolvimento de produtos		
1	Idéia inicial	Novas necessidades e oportunidades.
2	Especificações do produto	Exigências do consumidor, mercado, marketing e recursos produtivos da empresa.
3	Formulação de alternativas	Elaboração de possíveis soluções para atender às especificações.

<b>4</b>	Avaliação de alternativas	Aplicação dos critérios estabelecidos da fase 2.
<b>5</b>	Construção e teste do mock-up	Modelo físico simplificado para verificação das dimensões, arranjos e da configuração geral.
<b>6</b>	Construção e teste do protótipo	Modelo físico com todos os parâmetros dos produtos reais.

Este processo não é linear. Os resultados obtidos em uma determinada etapa podem indicar a necessidade de retomar uma etapa anterior para modificar ou acrescentar alguma informação que não foi confirmada ou perdida durante o processo.

A Ergonomia atua entre a etapa 1 e 3 para fornecer dados e especificações, como, por exemplo, exigência e necessidades do usuário a partir da análise da atividade, onde é possível compreender como ela ocorre e sua interação com o trabalhador.

Pode-se observar que o método apresentado na Tabela 2.1 é bastante similar ao exposto por Baxter. Ambos apresentam um encadeamento semelhante que objetiva iguais resultados.

O último método (SLACK *et al*, 2007) apresenta somente 5 etapas do processo de desenvolvimento (Tabela 2.2). O resultado da atividade de projeto é uma especificação detalhada do produto, o que compreende um conjunto de informações que especificam a forma, função, benefícios, conjunto de produtos, processos, materiais, fabricação e serviços do produto.

Tabela 2.2: Etapas do projeto do produto

Fonte: Slack *et al* (2007)

<b>Etapas do projeto do produto</b>		
<b>1</b>	Geração do conceito	Figura 2.2
<b>2</b>	Triagem	Seleção dos conceitos gerados em função da viabilidade, aceitabilidade, risco, produção
<b>3</b>	Projeto preliminar	Especificação e definição dos processos
<b>4</b>	Avaliação e melhoria	Verificação do projeto, identificação de possíveis melhorias
<b>5</b>	Prototipagem e projeto final	Protótipo e teste

A primeira etapa Geração do conceito é alimentada por idéias de novos produtos que podem vir de fontes externas e internas à organização. A Ergonomia pode vir a ser fonte de alimento à geração do conceito, proporcionando dados para a execução desta etapa (Figura 2.3). É um conjunto de atividades que objetiva chegar às especificações de projeto (ROZENFELD *et al*, 2006).

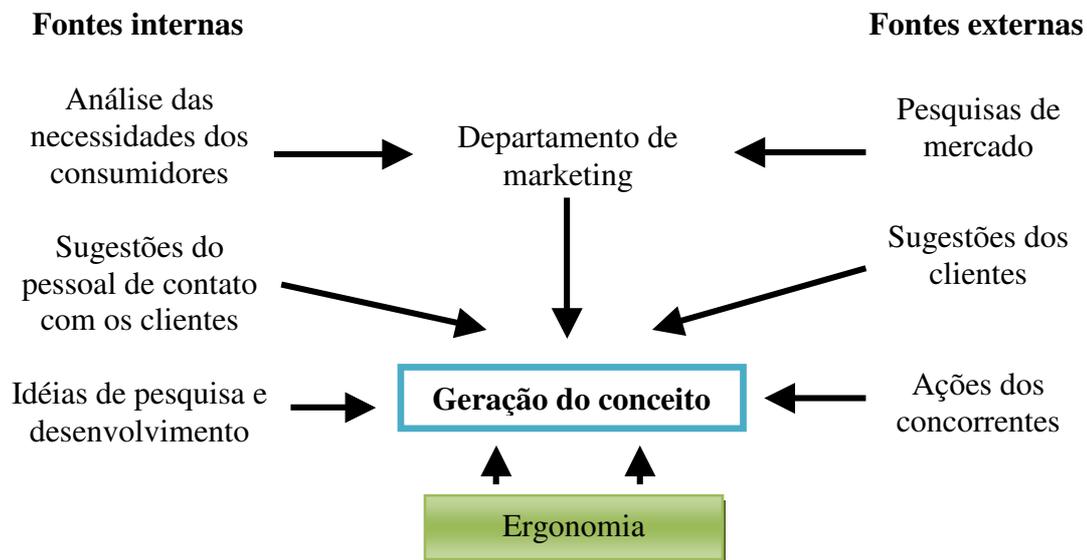


Figura 2.3: Geração do conceito: adaptado de Slack.

Fonte: Slack *et al* (2007)

Como esta dissertação não possui o propósito de desenvolver produtos, os métodos apresentados foram usados para subsidiar os padrões e conceitos gerados.

Importante ressaltar que no resultado desse estudo, diversos critérios ergonômicos foram considerados, como segurança, eficácia, utilidade, conforto e prazer (DEJEAN; NAËL, 2007). A aplicação da Ergonomia em projetos considera as capacidades, ferramentas, limitações e necessidades do operador, a fim de se obter aumento da produtividade, qualidade no trabalho, diminuição em manutenção e em custo de treinamento. (ISO 13407, 1999). Mas, mesmo se as expectativas e necessidades do usuário e da Ergonomia tiverem sido identificadas e priorizadas, isto não significa que o projeto irá, de fato, satisfazer a todos (MARSOT, 2005). É importante ter claro que não existe a melhor organização do trabalho. A melhor organização é função de diferentes fatores e do contexto. (DUARTE; GOLDENSTEIN, 1996).

Um bom projeto de postos de trabalho tem a finalidade de constituir um espaço de trabalho onde elementos desequilibrantes da atividade sejam suprimidos (VIDAL, 2002). Para minimizar alguns dos problemas identificados na análise ergonômica, é

preciso um bom arranjo físico. Definidos os equipamentos e postos necessários para a produção desejada, deve ser feito um estudo sobre a forma de disposição e localização desses equipamentos e postos. O estudo de arranjo físico é de fundamental importância para assegurar perfeito entrosamento interno e funcionamento harmônico do ambiente. (FIEDLER *et al*, 2009).

Para isso, é necessário obter informações relevantes ou dados sobre o desempenho de tarefas, equipamentos, postura de trabalho e meio ambiente. Vários métodos, como observação direta, entrevistas com funcionários experientes, gravação de vídeo, fotografia e questionários podem ser utilizados para esta finalidade. (DAS; SENGUPTA, 1996).

## **2.4 Ergonomia de concepção**

A análise da situação e ambiente de trabalho, dos postos de trabalho e do fluxo de atividades é um procedimento ergonômico realizado durante as fases de concepção da solução de projeto. Ergonomia de Concepção é um conceito bem estruturado. No desenvolvimento dos conceitos com base nos requisitos elaborados, os mesmos foram fundamentados na Ergonomia de Concepção. A contribuição da Ergonomia é classificada de acordo com o ensejo em que é feita, podendo ser Ergonomia de Concepção, de Correção e de Conscientização (WISNER, 1987a).

“A Ergonomia de concepção ocorre quando a contribuição ergonômica se faz durante a fase inicial de projeto de produto, da máquina ou do ambiente. Esta é a melhor situação, pois as alternativas poderão ser amplamente examinadas, mas também se exigem maior conhecimento e experiência, porque as decisões são tomadas em cima de situações hipotéticas”. (IIDA, 1990).

Ela pode ser sintetizada, segundo Vidal (2002), como a elaboração de novos produtos, processos, métodos de trabalho ou sistemas informatizados, com base na Ergonomia. Há momentos em que a concepção emprega métodos e modelagens de produto ou produção. (VIDAL, 2002). A concepção é um processo de determinação progressiva de um objeto ou de uma situação de trabalho e das ações dos atores do processo de trabalho (BÉGUIN, 2007).

Na Ergonomia de Concepção, a situação de referência (DANIELLOU, 2007) utilizada foram os três laboratórios da Fundação Oswaldo Cruz. Foram utilizadas as

situações existentes comportando características técnicas e organizacionais de uma possível futura situação de trabalho.

## **2.5 Padrões conceituais de projeto**

A linguagem de padrões (*pattern language*) desenvolvida por Alexander (1977) pode ser considerada como guia de boas práticas para encaminhamentos e soluções de projeto. A idéia tem origem como contraponto aos modelos tradicionais de encaminhamento de projeto de arquitetura, onde a relação cliente-arquiteto caracteriza-se como uma relação de amor e ódio, ou mais precisamente, mantém o cliente mais como interface entre o criador (o projetista) e a criatura (a edificação), do que como um usuário ativo e passivo de um ambiente construído (SANTOS, 2009). Para Alexander, essa linguagem visa diminuir o distanciamento entre projetista e usuário, possibilitando a satisfação do usuário final com o produto. Essa distância se reduz quando o usuário/cliente participa do processo de desenvolvimento do produto, quando há a interação entre projetista-cliente, o que gera conhecimento e aprendizagem para ambos, e que é assimilado e empregado no produto.

O conceito proposto por Alexander foi apropriado para ser empregado em Ergonomia da Concepção da seguinte maneira:

- 1) O título do padrão identifica o ambiente e atividade
- 2) Faz-se uma descrição do ambiente e sua relação com a atividade exercida no mesmo. Vivências são relatadas e, a partir delas, são observados e apontados os elementos de projeto do ambiente que interferem no comportamento entre as pessoas e as atividades que são realizadas. Mostram-se as consequências negativas que o projeto proporcionou na relação entre as pessoas e o trabalho delas.
- 3) Em vista das vivências, observações e apontamentos, são formuladas sugestões de boas práticas de projeto para que os comportamentos e atividades que foram apontados como inadequados sejam evitados.

Com base na pesquisa desenvolvida por Alexander (1977; 1979), o conceito de *patterns* foi adequado ao desenvolvimento de recomendações, requisitos e conceitos que venham a solucionar os aspectos observados na análise ergonômica. Em função dessa adaptação de aplicação, passando de projetos de arquitetura para projeto de postos de trabalho e arranjo físico (ambiente de trabalho), o autor desse estudo cunhou, então, o termo Padrão Conceitual de Projeto, no qual o resultado desta pesquisa irá basear-se.

“Conjunto de recomendações e boas práticas para a orientar a elaboração de projetos de produtos e ambientes desenvolvidos em conjunto com os usuários de um sistema de trabalho. Utiliza-se de elementos projetuais de um produto ou família de produtos que auxiliem futuros projetos para que sejam centrados na execução da atividade e nas necessidades do usuário. O padrão conceitual pode se desdobrar em vários subpadrões, assim como ser resultado de um desdobramento de um padrão maior.”

O Padrão Conceitual de Projeto é, portanto, o resultado de todo o encaminhamento da dissertação. São recomendações desenvolvidas a partir da análise ergonômica dos laboratórios e da elaboração de oportunidades de melhoria e suas justificativas para cada problema. Em seguida, foram desenvolvidas as recomendações que deram subsídio para a elaboração dos requisitos e conceitos.

É possível comparar o trabalho dessa dissertação com os *Guidelines e Handbooks* de *Human Factors* e de *Ergonomics*. Poucos estudos têm sido publicados sobre o desenvolvimento ou utilização dos *handbooks*. Burns *et al* (1997), em seu artigo, analisa o processo de elaboração dos *handbooks* e sugere recomendações para melhorar o processo de engendrar seus documentos. Por exemplo, a orientação de fatores humanos deve ser organizada da maneira em que está imersa no contexto e deve ser baseada em uma análise explícita das necessidades da indústria e dos projetistas para os quais a orientação se destina.

Mirka (2005) desenvolve um *guideline* ergonômico para a indústria moveleira com a colaboração do governo, da indústria e da academia. Os guias desenvolvidos foram enviados para as empresas com o objetivo de divulgar as soluções elaboradas.

Os *guidelines* são utilizados em informações e em sistemas de gestão da qualidade para garantir alta qualidade através do apoio à concepção, produção e processos de comunicação. (BLOMÉ *et al*, 2006). Seria interessante que os

conhecimentos de Ergonomia nos *guidelines* e documentos fossem fáceis de encontrar e interpretar, considerando cada um dos usuários pretendidos: engenheiros, designers, dentre outros. Um sistema de *guidelines*, baseado em resultados e nas aplicações de multimídia e de aprendizagem técnicas de visualização, concebida com a participação e o envolvimento dos utilizadores é considerada uma abordagem de sucesso para visualizar as orientações ergonômicas. (BLOMÉ *et al*, 2006).

No capítulo seguinte, será apresentada toda a análise realizada nos laboratórios da Fundação Oswaldo Cruz. O funcionamento deles é demonstrado com o objetivo de compreenderem-se o funcionamento dos laboratórios, suas estruturas físicas e organizacionais.

## **CAPÍTULO 3 ANÁLISE GLOBAL**

### **3.1 Análise global do contexto**

Neste capítulo será descrito o objeto de estudo da dissertação: dois laboratórios de Equivalência Farmacêutica e um de Desenvolvimento e Validação Analítica pertencente à Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Esta etapa é denominada de análise global, pois possui o objetivo de compreender todo o funcionamento do local a ser estudado. Nesse momento, é iniciada a construção social com os funcionários envolvidos com os laboratórios, apreciação do contexto, análise de documentos, identificação das tarefas, dentre outros funcionamentos possíveis.

### **3.2 Introdução**

Os laboratórios são vizinhos. Eles estão localizados na FIOCRUZ – Farmanguinhos, no mesmo prédio, onde apresentam as mesmas instalações com características físicas, técnicas e ambientais semelhantes.

Os laboratórios foram distinguidos em três da seguinte maneira:

- a) Primeiro laboratório (Equivalência Farmacêutica): antigo laboratório de onde foram transferidos poucos equipamentos, dentre eles, os cromatógrafos.
- b) Segundo laboratório (Equivalência Farmacêutica): oriundo a partir da transferência dos equipamentos do primeiro laboratório e da adição de uma nova sala (primeiro laboratório + nova sala).
- c) Terceiro laboratório (Desenvolvimento e Validação Analítica): novo laboratório onde o local, equipamentos e funcionários são inéditos.

O segundo laboratório é consequência da transferência de alguns poucos equipamentos de uma sala para uma nova, ao lado. Dentre os equipamentos transferidos, estão presentes todos os cromatógrafos líquidos. Aconteceu que o primeiro laboratório de equivalência farmacêutica adquiriu uma nova sala, ou seja, criou-se um novo ambiente onde foram instalados alguns equipamentos. Logo, sua arquitetura foi ampliada e houve também o aumento espaço físico. Essa mudança afetou todo o

funcionamento do laboratório, propiciando-lhe aspectos particulares, o que possibilitou ser definido como um outro laboratório, distinto do anterior. Contudo, antes dessa mudança física, foi iniciada e concluída uma Análise Ergonômica do Trabalho – AET no primeiro laboratório, o que possibilitou o uso deste local como objeto de estudo, uma vez que os dados, fotos, vídeos e conhecimento oriundos da análise ergonômica constituíram a base para a proposta desta dissertação. Essa transferência contribuiu para criar-se um novo espaço para o segundo laboratório, onde permaneceram os mesmos analistas do anterior. Já o terceiro laboratório, o de Desenvolvimento e Validação Analítica, representou, para este trabalho, não apenas um ambiente novo por possuir características próprias, mas também uma nova convivência pela presença de novos funcionários. Importante lembrar que os aparelhos retirados do antigo laboratório não foram repostos e que, para o lugar dos cromatógrafos, foi licitado um novo equipamento.

Eles foram reunidos em dois grupos: Equivalência Farmacêutica e Desenvolvimento e Validação Analítica. Isso facilitou a definição do contexto e da funcionalidade dos laboratórios.

### **3.3 Equivalência farmacêutica**

O primeiro, assim como o segundo laboratório, possuem as mesmas características e funções institucionais. Como explicitado anteriormente, isso é explicado pelo fato de que ocorreu somente a mudança de alguns aparelhos, dentre eles os cromatógrafos, para uma sala ao lado, dando-lhe o título de laboratório. Ao primeiro laboratório acrescentou-se uma nova sala, ou seja, a de um ambiente onde foram instalados alguns equipamentos.

A análise institucional do primeiro laboratório é idêntica à do segundo. Conseqüentemente, a explicação a seguir é referente aos dois laboratórios.

Os laboratórios de Equivalência Farmacêutica encontram-se localizados no Instituto de Tecnologia em Fármacos – Farmanguinhos / Fundação Oswaldo Cruz, onde foram credenciados pela Gerência-Geral de Laboratórios de Saúde Pública (GGLAS/ANVISA), em 10 de outubro de 2001. São laboratórios de análises com dinâmica de funcionamento independente e exclusiva no que tange à instrumentação analítica, a colaboradores e à documentação. Neste sentido, possuem autonomia na

gestão dos recursos frente à demanda analítica requerida. Realizam-se ensaios analíticos físicos, químicos e físico-químicos relativos à comprovação, por intermédio de resultados experimentais da equivalência farmacêutica. A abrangência dos estudos tem como foco a revalidação de registro e registro de novos medicamentos, para medicamentos genéricos, similares e similares únicos no mercado.

Possuem como escopo da habilitação a realização de ensaios de equivalência farmacêutica de medicamentos de formas farmacêuticas sólidas, semi-sólidas e líquidas, não-estéreis.

Os laboratórios asseguram a eficácia do sistema de qualidade, através de Política de Qualidade estabelecida, para todos os estudos de equivalência farmacêutica, pertencente ao escopo da habilitação, seguindo as orientações da REBLAS/ANVISA e da NBR ISO/IEC 17025, empregando procedimentos oficiais, objetivando rapidez e aprimoramento contínuos, a fim de atender, com qualidade, às demandas de Farmanguinhos, uma indústria farmacêutica que vem contribuindo para a redução dos custos dos medicamentos utilizados nos programas estratégicos do Ministério da Saúde (MS). Dentre eles, incluem-se os programas de: AIDS, combate às doenças endêmicas, saúde da família, hipertensão, diabetes e de medicamentos de alto custo.

Atualmente, os laboratórios têm, como único cliente, Farmanguinhos e se mantêm com os serviços prestados ao mesmo, mas possuem capacidade técnica e operacional para interagirem mais fortemente junto a outros laboratórios farmacêuticos oficiais, por intermédio da rede - REQUBIO - fortalecendo o sistema de registros de medicamentos junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

A experiência técnica dos laboratórios está muito voltada para os medicamentos inseridos nos programas do MS. No momento atual, têm sido realizados uma média de 20 estudos / ano.

### **3.4 Laboratório de desenvolvimento e validação analítica (LDVA)**

O laboratório de Desenvolvimento e Validação Analítica encontra-se localizado no Instituto de Tecnologia em Fármacos – Farmanguinhos / Fundação Oswaldo Cruz. É um laboratório pertencente ao Núcleo de Desenvolvimento de novos produtos de Farmanguinhos. É um laboratório integrado que exerce como principais atividades pesquisa, desenvolvimento e validação. Ele ainda engloba especificações de matérias -

primas e suporte aos demais setores de Farmanguinhos, garantindo e consolidando a qualidade das atividades fabris.

Dessa forma, o LDVA possui a competência e a responsabilidade de desenvolver e validar métodos analíticos que permitam as análises de controle de qualidade dos produtos novos. Assim, o LDVA realiza ensaios analíticos físicos, químicos e físico-químicos relativos à comprovação, por intermédio de resultados experimentais da qualidade dos produtos, de acordo com a legislação vigente. A abrangência dos estudos tem como foco algumas atividades, por exemplo: a elaboração de monografia de produto acabado que, posteriormente, será transferida para o controle de qualidade (previamente validado); a realização de estudos de estabilidade dos produtos novos, sejam eles medicamentos genéricos ou similares, para fins de registro.

### **3.5 Infraestrutura**

Nos três laboratórios foram identificados os ambientes que compõem cada laboratório e a localização de cada um, o que tornou possível a elaboração da planta baixa virtual dos três laboratórios. Identificaram-se também os equipamentos e o corpo técnico dos laboratórios.

#### **3.5.1 Primeiro laboratório**

O primeiro laboratório de equivalência farmacêutica localizado no campus da FIOCRUZ possui uma área física dividida em três seções: gerência, administração e o próprio laboratório (Figura 3.1 e 3.2). Este último possui seis partes: uma sala de retenção de medicamentos, uma sala para lavagem de vidrarias, uma extensão que ocupa parte de outro laboratório (localizado em frente, no lado oposto do corredor do prédio), o almoxarifado, a capela e a sala principal, onde são efetuados quase 100% das tarefas e onde está instalada a maioria dos equipamentos.

A sala de retenção, a lavagem de vidrarias e a sala principal compartilham o mesmo ambiente arquitetônico. A sala principal ocupa maior parte física do ambiente e, em uma de suas laterais, se integra com a sala de retenção e lavagem, através de portas comuns. A extensão e a capela fazem parte do mesmo espaço, quando, na verdade, a

capela está inserida nas acomodações da extensão. Ainda no mesmo ambiente arquitetônico, encontra-se o almoxarifado, ao lado da extensão no laboratório, mas sem interação e somente com uma porta comum direcionada para a área de acesso.

A parte administrativa compreende três salas: sala da garantia da qualidade, sala dos analistas e a sala de reuniões, onde estão localizados todos os arquivos com as documentações. A gerência ocupa somente uma pequena sala ao lado do laboratório.

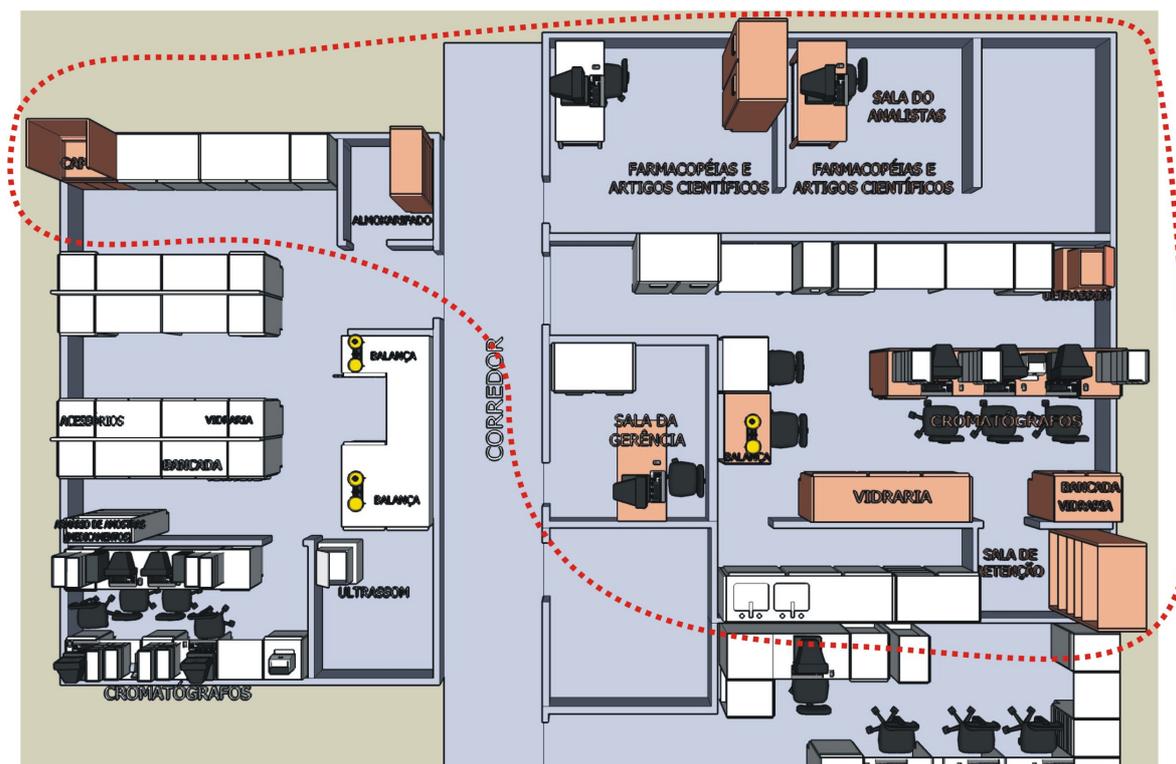


Figura 3.1: Planta baixa – laboratório 1

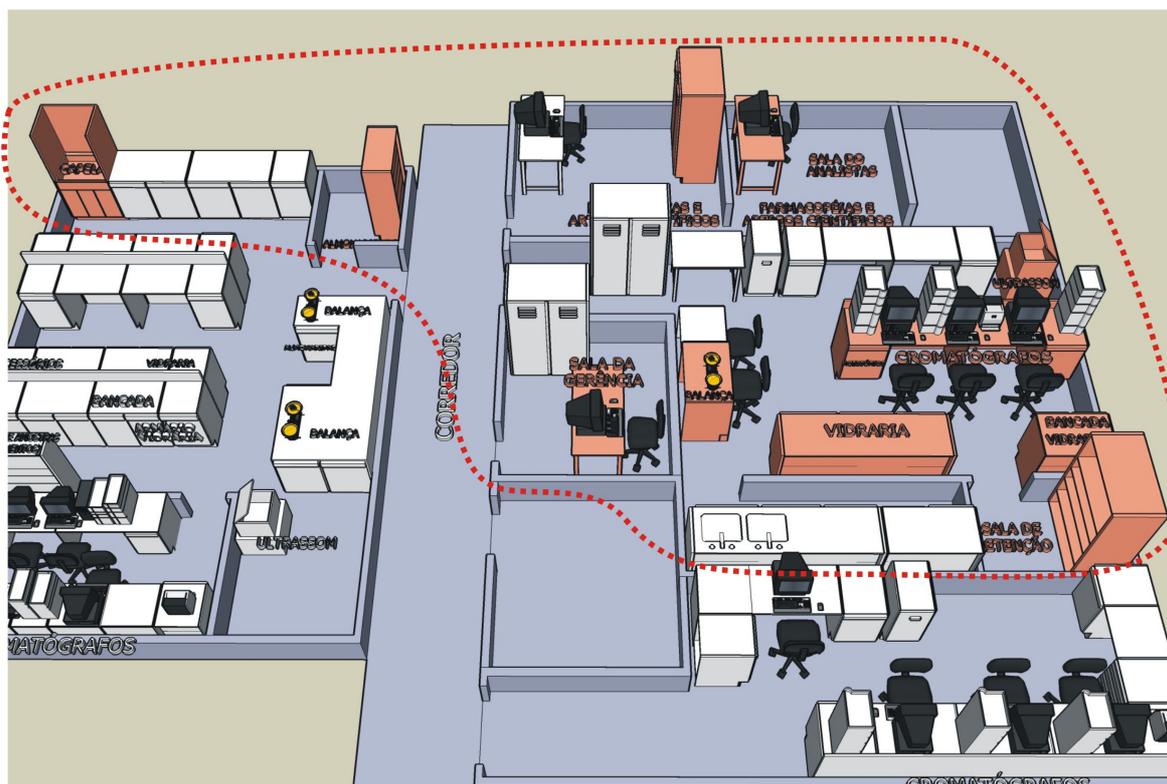


Figura 3.2: Planta baixa perspectiva – laboratório 1

### 3.5.1.1 População

O corpo técnico do laboratório (Tabela 3.1) é formado por seis funcionários; porém, somente dois executam as atividades relacionadas à cromatografia. São os analistas químicos responsáveis pela realização das análises. Ao longo da análise ergonômica, o trabalho focalizou-se nestes dois funcionários; contudo, não deixando de lado o papel dos demais funcionários nas atividades do laboratório.

Tabela 3.1: Corpo técnico – laboratório 1

Função / Cargo	Escolaridade	Tempo de Casa
Coordenadora / Responsável Técnico	Mestrado	Dois anos e meio
Gerente da Qualidade	Mestrado	16 anos
Analista Químico	3º grau	Três anos e meio
Analista Química	3º grau	Cinco anos
Estagiário	3º grau incompleto	Cinco meses
Auxiliar de Laboratório	1º grau	14 anos

### 3.5.1.2 Equipamentos

O laboratório possui uma diversidade de equipamentos que, juntos, possibilitam que a cromatografia líquida seja realizada. Ele possui os seguintes equipamentos relacionados à cromatografia (Tabela 3.2):

Tabela 3.2: Equipamentos – laboratório 1

<b>Equipamentos</b>	<b>Quantidades</b>	<b>Funcionalidade</b>
Balança Analítica	1	Medição da massa de um corpo. Usada para obterem-se massas com alta exatidão.
Ultrassom	1	Evita a permanência de bolhas de ar na fase-móvel.
Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência – CLAE	3	Análises químicas entre substâncias.

### 3.5.2 Segundo laboratório

O segundo laboratório de equivalência farmacêutica, também localizado no campus da FIOCRUZ, possui a mesma área física que a do primeiro laboratório (Figura 3.3 e 3.4). A área possui três seções: gerência, administração e o próprio laboratório. A distinção entre o primeiro e o segundo laboratório é que o segundo possui uma sala onde se localizam os cromatógrafos líquidos. As demais partes são idênticas à do primeiro: uma sala de retenção de medicamentos, uma sala para lavagem de vidrarias, uma extensão que ocupa parte de outro laboratório (localizado em frente, no lado oposto do corredor do prédio), o almoxarifado, a capela e a sala principal.

A estrutura e o arranjo físico do segundo laboratório são iguais a do laboratório anterior, porém, possui uma sala onde ficam os cromatógrafos, ao lado da sala de retenção e de lavagem de vidrarias. Fazem parte também dessa estrutura a extensão (área que ocupa parte de outro laboratório localizado em frente) e a capela.

A parte administrativa permanece idêntica à do primeiro laboratório, compreendida em três salas: garantia da qualidade, sala dos analistas e a sala de reuniões, onde estão localizados todos os arquivos com as documentações. A gerência ocupa somente uma pequena sala ao lado do laboratório.

É possível visualizar na Figura 3.3 a planta esquemática da planta baixa do segundo laboratório e sua diferença estabelecida com o primeiro, para melhor compreensão de como ocorre a disposição das diversas partes que o compõem.

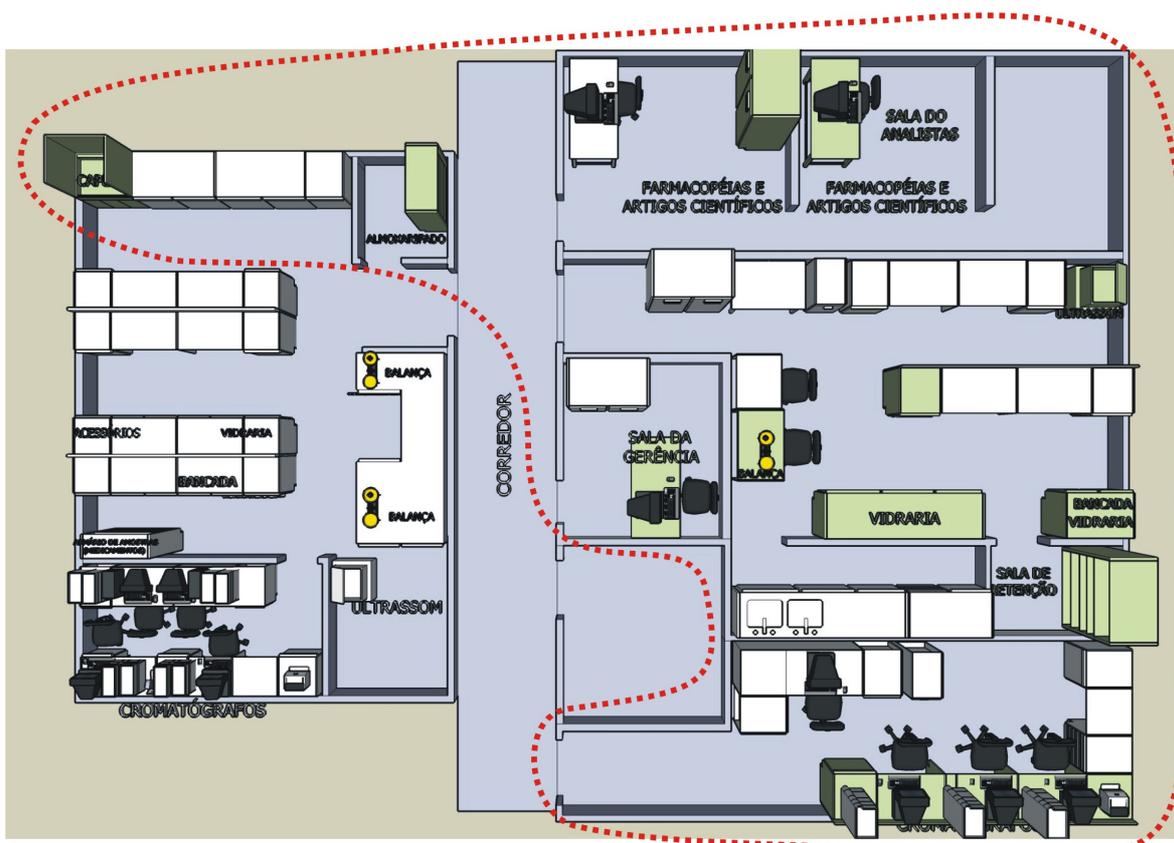


Figura 3.3: Planta baixa – laboratório 2

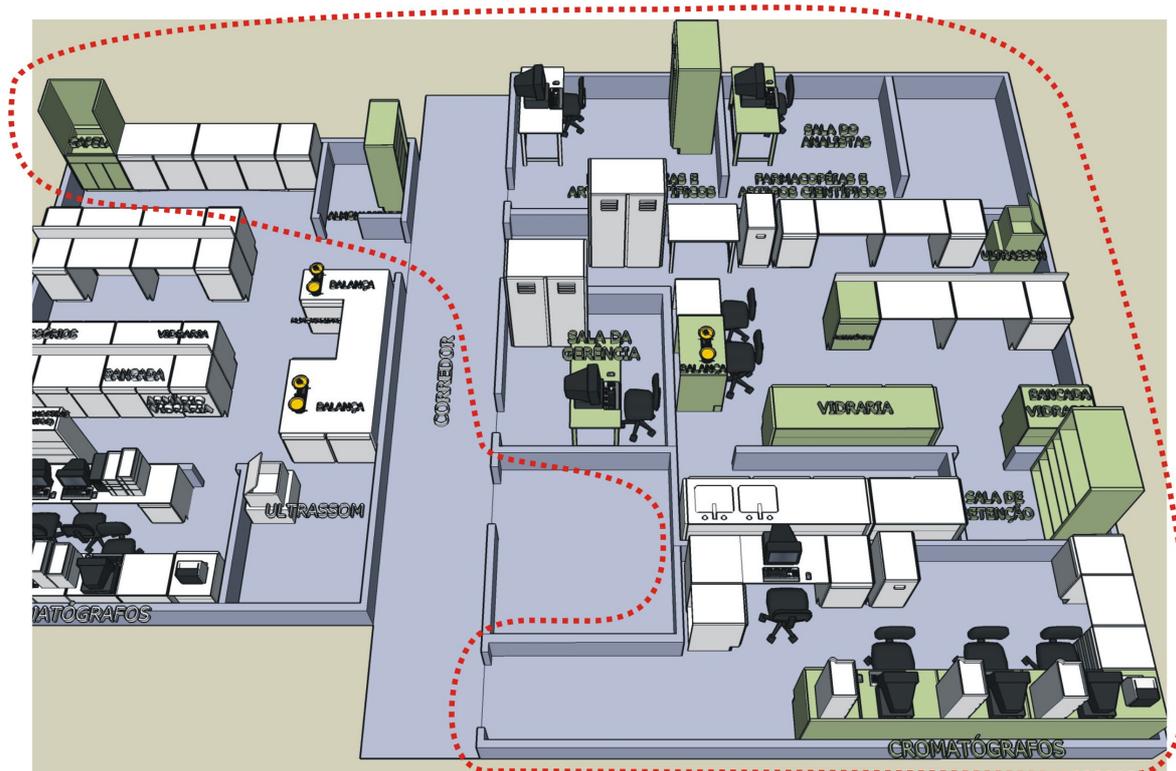


Figura 3.4: Planta baixa perspectiva – laboratório 2

### 3.5.2.1 População

O quadro de funcionários do laboratório (Tabela 3.3) é formado também por seis funcionários; todavia, somente dois executam as atividades relacionadas à cromatografia. A análise ergonômica focalizou-se nestes dois funcionários.

Tabela 3.3: Corpo técnico – laboratório 2

Função / Cargo	Escolaridade	Tempo de Casa
Coordenadora / Responsável Técnico	Mestrado	Dois anos e meio
Gerente da Qualidade	Mestrado	16 anos
Analista Químico	3º grau	Três anos e meio
Analista Química	3º grau	Cinco anos
Estagiário	3º grau incompleto	Cinco meses
Auxiliar de Laboratório	1º grau	14 anos

### 3.5.2.2 Equipamentos

O segundo laboratório possui um conjunto de equipamentos que possibilitam a realização da cromatografia líquida (Tabela 3.4).

Tabela 3.4: Equipamentos – laboratório 2

<b>Equipamentos</b>	<b>Quantidades</b>	<b>Funcionalidade</b>
Balança Analítica	1	Medição da massa de um corpo. Usada para obterem-se massas com alta exatidão.
Ultrassom	1	Evita a permanência de bolhas de ar na fase-móvel.
Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência – CLAE	3	Análises químicas entre substâncias.

### 3.5.3 Terceiro laboratório

O terceiro laboratório de Desenvolvimento e Validação Analítica está localizado ao lado do segundo laboratório. Neste laboratório, foram consideradas as duas áreas referentes à tarefa da cromatografia: o próprio laboratório e a sala dos analistas do primeiro e segundo laboratórios. A sala dos analistas dos outros laboratórios é utilizada pelo terceiro para consulta de farmacopéias e artigos científicos que trazem o método a ser empregado em cada análise cromatográfica. Em relação ao próprio laboratório, ele possui duas partes: a sala onde são realizadas as cromatografias e a sala principal, onde estão localizados os demais aparelhos e artefatos que abastecem o processo cromatográfico. As duas salas fazem parte do mesmo ambiente arquitetônico, com ligação através de uma porta.

Abaixo, pode-se observar na Figura 3.5 a planta esquemática da planta baixa do laboratório, a fim de observar-se como ocorre a disponibilidade física do ambiente.

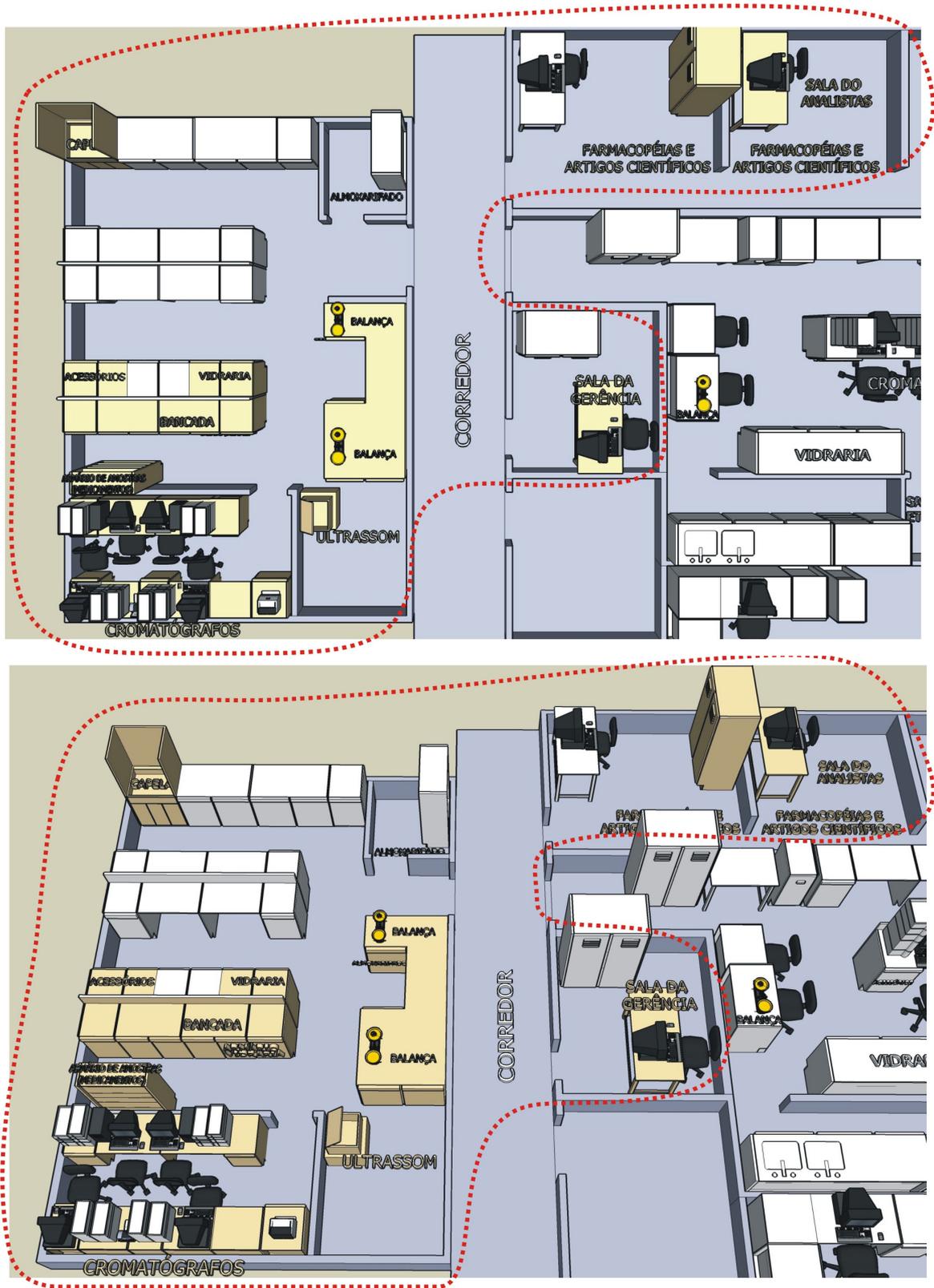


Figura 3.5: Planta baixa perspectiva – laboratório 3

### 3.5.3.1 População

Devido à focalização do trabalho na tarefa de cromatografia, estruturou-se o corpo técnico do laboratório com os funcionários que participam do processo (Tabela 3.5).

Tabela 3.5: Corpo Técnico – laboratório 3

<b>Função / Cargo</b>	<b>Escolaridade</b>	<b>Tempo de Casa</b>
Gerente da Qualidade	Mestrado	16 anos
Analista Química	3° grau	Três anos e meio
Analista Química	3° grau	Cinco anos
Analista Química	3° grau	Cinco meses

### 3.5.3.2 Equipamentos

O terceiro laboratório possui os mesmos equipamentos que os demais laboratórios estudados, mas com uma balança analítica a mais (Tabela 3.6).

Tabela 3.6: Equipamentos – laboratório 3

<b>Equipamentos</b>	<b>Quantidades</b>	<b>Funcionalidade</b>
Balança Analítica	2	Medição da massa de um corpo. Usada para obterem-se massas com alta exatidão.
Ultrassom	1	Evita a permanência de bolhas de ar na fase-móvel.
Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência – CLAE	3	Análises químicas entre substâncias.

## **CAPÍTULO 4 CROMATOGRAFIA**

No terceiro capítulo, são explicados a funcionalidade, área de atuação, importância e o funcionamento da cromatografia. Utilizada em diversos tipos de análises e empregada na detecção e quantificação de diversos componentes, ela está presente em diversos tipos de laboratórios e indústrias. Possui variadas vantagens de aplicabilidade, resultados, eficiência, dentre outras.

### **4.1 Introdução**

Há um grande e crescente número de publicações científicas relacionadas com o desenvolvimento e aplicações da cromatografia líquida. A quantidade de equipamentos em operação no mundo demonstra a sua importância na área de instrumental analítico (CIENFUEGOS; VAITSMAN, 2000).

As vantagens da cromatografia líquida são (CIENFUEGOS; VAITSMAN, 2000):

- a) a grande versatilidade, já que abrange vasta gama de aplicações, com possibilidades de diversas configurações;
- b) possibilidade de separações de misturas complexas em virtude da disponibilidade no mercado de grande número de colunas cromatográficas;
- c) rapidez com que os resultados são obtidos, processados e quantificados, com precisão;
- d) possibilidade de análise não destrutiva de quantidades reduzidas de amostras;
- e) relativa facilidade de interpretar os resultados, com possibilidades de realizar análises quantitativas, através de padrões internos e externos.

Essas vantagens possibilitam a ampla aplicação da técnica em laboratórios de pesquisa e análise e em complexos industriais. Logo, as principais aplicações da cromatografia, como a de alta eficiência (CLAE), têm sido encontradas predominantemente nas áreas de química fina, síntese orgânica, bioquímica, biologia, farmácia, biotecnologia, alimentos, de meio ambiente e outras.

## 4.2 Definição

Segunda a *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC, 2009), “a cromatografia é uma técnica usada para a separação dos componentes de uma amostra, os quais se distribuem em duas fases, uma estacionária e a outra móvel. A fase estacionária pode ser um sólido, um líquido retido sobre um sólido ou um gel. A fase móvel pode ser líquida ou gasosa”.

A cromatografia líquida é aquela em que a fase-móvel é líquida, sendo o foco da dissertação a cromatografia líquida de alta eficiência (do inglês, *High Performance Liquid Chromatography*).

## 4.3 Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)

A cromatografia líquida de alta eficiência apresenta vantagens com relação à rapidez de análise, alta eficiência, reprodutibilidade, sensibilidade e possibilidade de automação. Todavia, possui limitações, como por exemplo o custo de equipamento, necessidade de operador experiente, ausência de detector universal, além de se empregarem solventes de alta pureza e materiais de consumo de custo elevado. Suas aplicações estão presentes nas análises qualitativas e quantitativas de ácidos nucleicos, pesticidas, aromáticos polinucleares, polímeros, lipídeos, drogas e farmacêuticos, herbicidas, análises clínicas, aminoácidos, carboidratos, etc (CINENFUEGOS, 2000).

Um sistema básico de cromatografia líquida de alta eficiência é demonstrado na Figura com as partes que compõem um cromatógrafo (Figura 4.1). O caminho da cromatografia começa com a fase-móvel, passando pelo injetor através do sistema de bombeamento, em seguida passa pela coluna, detector e, finalmente, no registrador. O registrador é um computador comum (desktop) onde os dados são analisados.

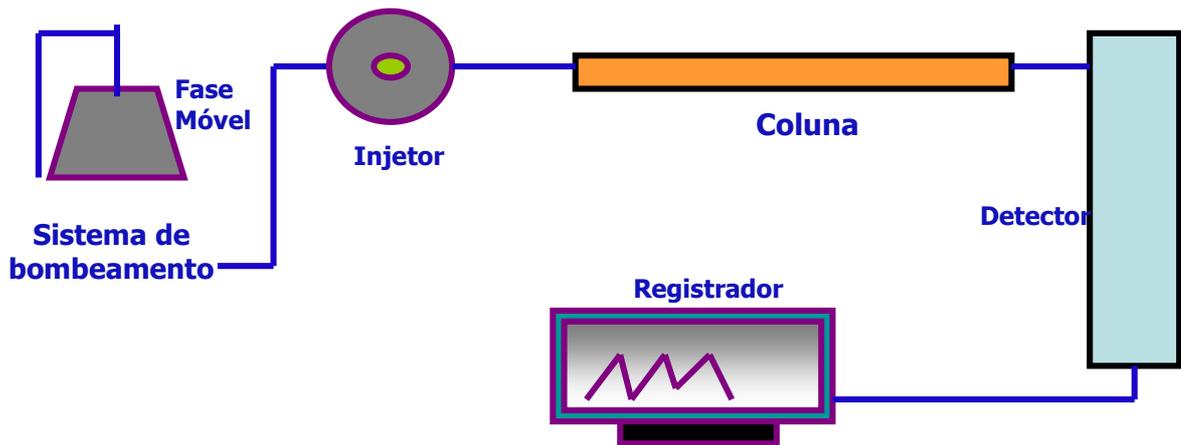


Figura 4.1: Sistema de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

#### 4.4 Fase-móvel

A fase-móvel pode ser definida, segundo a Responsável Técnica dos dois primeiros laboratórios, como uma mistura de solventes que interage com a amostra e a coluna, através de sua polaridade e características químicas, assim exercendo uma grande influência na separação dos componentes da amostra (Figura 4.2).

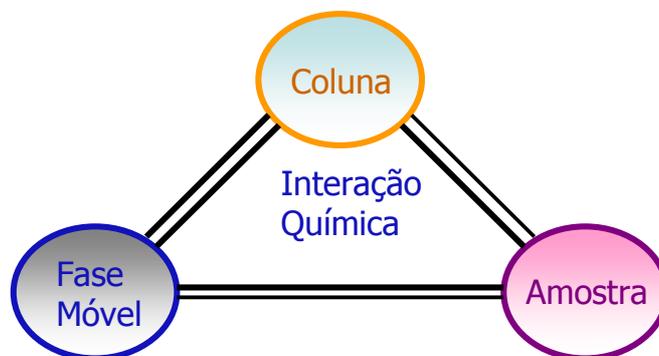


Figura 4.2: O papel da fase-móvel.

#### 4.5 Reservatório da fase-móvel

No reservatório da fase-móvel, utilizam-se recipientes de vidro, aço inox ou plásticos inertes, com capacidade de um a três litros. Em muitos casos, para evitar contaminação ou degradação dos solventes, prepara-se uma quantidade de fase-móvel suficiente para um dia de operação. Nos laboratórios são usados não só frascos de vidro

com a capacidade citada acima, mas também se utiliza o frasco de quatro litros com a justificativa da contaminação e degradação dos solventes.

## CAPÍTULO 5 TAREFA – TRABALHO PRESCRITO

### 5.1 Análise do fluxo de tarefas

O procedimento geral da análise cromatográfica (Figura 5.1) foi estruturado em conjunto com a Responsável Técnica, no início da avaliação ergonômica nos laboratórios. Todos eles apresentam o mesmo fluxograma de tarefas; contudo, a finalidade dos estudos realizados é específica a cada laboratório; logo, as demandas passadas a eles são distintas. O encaminhamento da análise cromatográfica é apresentado de forma ampla para uma melhor compreensão das etapas que compõem as tarefas dos analistas responsáveis pela realização das mesmas.

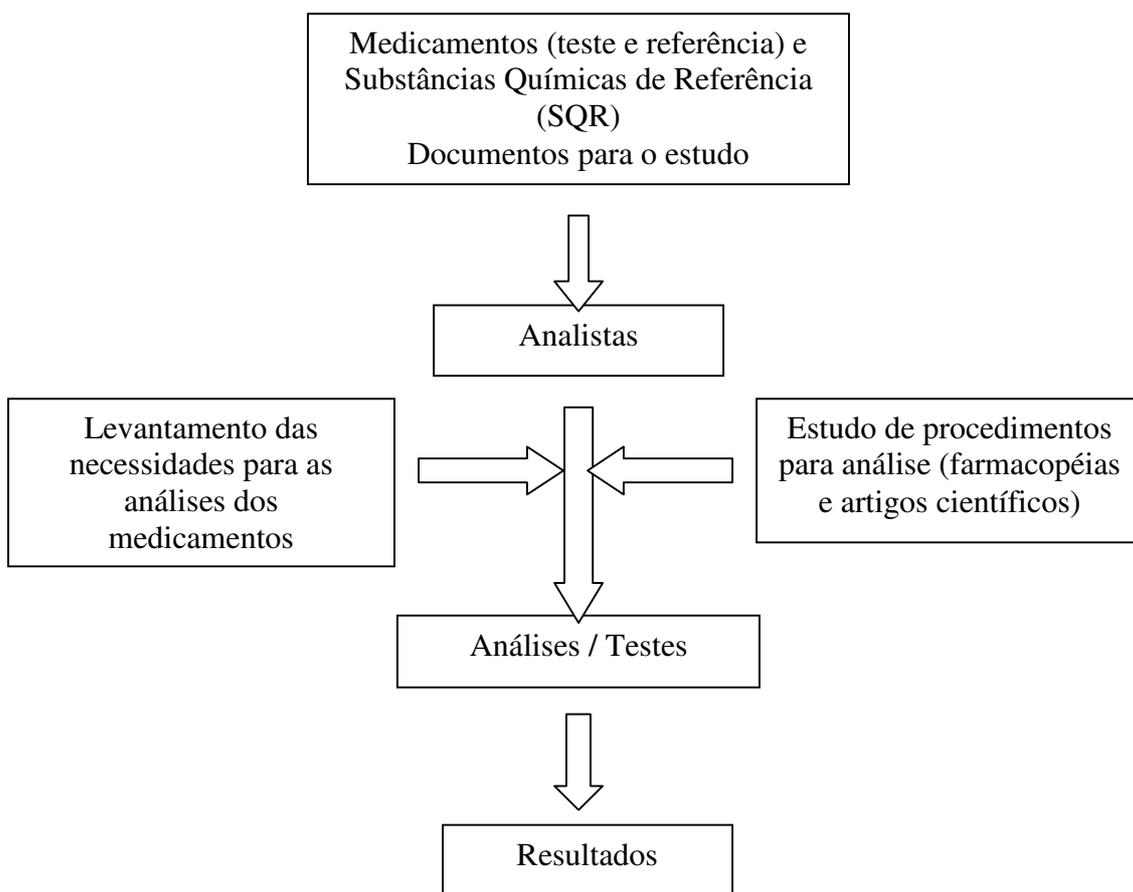


Figura 5.1: Procedimento da análise cromatográfica

Após o entendimento do procedimento geral, com o auxílio da Responsável Técnica e dos dois Analistas Químicos, inicia-se o processo de observação da realização desse procedimento. A partir desse momento, pode-se detalhar o procedimento de forma a compreender o seu desenrolar, desde o início, com os documentos para estudo, até a elaboração do laudo. E também a relação das tarefas que interagem com os postos de trabalho que compõem as seções dos laboratórios. Esse detalhamento foi realizado em conjunto com os funcionários e, posteriormente, validado por eles. Isso possibilitou a construção do fluxograma detalhado das tarefas que fazem parte da análise cromatográfica e dos postos de trabalho onde são executadas, dividido em treze etapas (Tabela 5.1).

O processo começa na sala do analista com o levantamento bibliográfico nas farmacopéias (compêndio oficial) e nos artigos científicos sobre a metodologia a ser empregada no ensaio cromatográfico. Após a definição do método a ser empregado, inicia-se a preparação da fase-móvel, composta de três etapas: mistura de solventes, filtragem da mistura e ultrassom da preparação dos solventes em um frasco de vidro. As duas primeiras etapas são realizadas na capela, e o ultrassom, conseqüentemente, no aparelho de ultrassom. Terminada a preparação da fase-móvel, os analistas instalam um artefato cilíndrico metálico, cujo nome é coluna cromatográfica no Cromatógrafo Líquido de Alta Resolução – CLAE. Em seguida, o CLAE é programado em função das condições de análise. Com a programação encerrada, instala-se a fase-móvel retirada do ultrassom no cromatógrafo. Com a coluna e a fase-móvel instaladas, liga-se o equipamento para condicionar a coluna à análise, ou seja, preparam o CLAE para receber as amostras. Depois de todo esse processo, inicia-se o preparo das amostras dividido em quatro etapas. A primeira é a seleção dos medicamentos na sala de retenção para, em seguida, vir a segunda, quando são pesados na balança analítica. A terceira é a diluição dos medicamentos, que é executada na bancada. A última etapa envolve a filtração dos medicamentos para serem colocados em um recipiente pequeno, com o nome de *vial*, com a aparência de uma pequena ampola de vidro, que também é realizada na bancada. Com cada amostra devidamente pronta para ser analisada, elas são colocadas no cromatógrafo e, em seguida, os dados e gráficos fornecidos pelo CLAE são estudados e analisados no computador do cromatógrafo. Essas informações são enviadas à Responsável Técnica, que as analisa e as retorna aos analistas que elaboram o boletim analítico. O boletim é entregue à Responsável para desenvolver o laudo analítico que será enviado ao Departamento de Assuntos Regulatórios.

Tabela 5.1: Fluxo de tarefas

<b>Tarefa</b>	<b>Área / Posto de trabalho</b>
1. Levantamento bibliográfico nas farmacopéias (compêndio oficial) e artigos científicos sobre o método a ser empregado.	Sala dos analistas
2. Preparação da fase-móvel (mistura de solventes).	
2.1 Mistura dos solventes.	Capela
2.2 Filtragem.	Capela
2.3 Ultrassom.	Ultrassom
3. Inserção da coluna cromatográfica no Cromatógrafo Líquido de Alta Resolução – CLAE .	Cromatógrafo
4. Programação do CLAE.	Cromatógrafo
5. Instalação da fase-móvel no CLAE.	Cromatógrafo
6. Preparação do CLAE para receber as amostras.	Cromatógrafo
7. Preparação das amostras a serem analisadas.	
7.1 Seleção dos medicamentos.	Sala de retenção / Armário de amostras
7.2 Pesagem dos medicamentos.	Balança
7.3 Diluição dos medicamentos.	Balança
7.4 Filtragem dos medicamentos.	Bancada
8. As amostras são colocadas no CLAE.	Cromatógrafo
9. Processamento dos dados, planilhas Excel, cálculos.	Computador (cromatógrafo)
10. Entrega dos resultados à Responsável Técnica.	Sala da Gerência
11. Resultados entregues aos analistas – boletim analítico.	Computador (cromatógrafo)
12. Boletim entregue à Responsável Técnica – laudo analítico.	Sala da Gerência
13. Laudo enviado ao Departamento de Assuntos Regulatórios.	Departamento de Assuntos Regulatórios

## 5.2 Equipamentos utilizados na tarefa

Diversos equipamentos são utilizados no fluxo de tarefas. Eles compõem os postos de trabalho e proporcionam meios para a realização das tarefas. Com a estruturação do fluxo, foi possível identificar quais são os equipamentos que fazem parte do processo de cromatografia e suas funcionalidades nas etapas presentes no fluxo de atividades. São eles:

### a) Capela

⇒ Funcionalidade: compartimento fechado que serve para proteger o funcionário dos gases tóxicos gerados na realização das reações químicas.

### b) Ultrassom

⇒ Funcionalidade: equipamento emissor de vibrações utilizado nos laboratórios para desgaseificar líquidos. Exemplo: solventes.

### c) Cromatógrafo

⇒ Funcionalidade: utilizado na técnica de separação de misturas e identificação de seus componentes. Os equipamentos dos laboratórios são de cromatografia líquida de alta eficiência.

### d) Balança

⇒ Funcionalidade: utilizada para pesar, com precisão, os medicamentos que serão analisados.

### e) Computador

⇒ Funcionalidade: conectado ao cromatógrafo, serve para a leitura dos dados gerados pelo equipamento e para formulação de documentos.

### **5.3 Áreas participantes da tarefa**

Os laboratórios analisados não possuem somente um único ambiente onde são realizadas todas as suas tarefas e onde ficam todos os equipamentos e artefatos necessários para que a cromatografia líquida seja executada. Eles são compostos de diversos ambientes que interagem com o laboratório, fornecendo-lhe meios que propiciem os ensaios cromatográficos. São elas:

**a) Sala dos analistas**

⇒ Funcionalidade: onde os analistas fazem o levantamento bibliográfico nas farmacopéias e nos artigos científicos.

**b) Sala de retenção / armário de amostras**

⇒ Funcionalidade: onde os medicamentos que serão analisados ficam armazenados.

**c) Sala da gerência**

⇒ Funcionalidade: sala da Responsável Técnica onde são conferidos os boletins técnicos e elaborados os laudos técnicos.

**d) Laboratório**

⇒ Funcionalidade: local onde fica a maioria dos postos de trabalho.

### **5.4 Postos de trabalho**

O fluxo de tarefas é composto de diversos postos de trabalho que se interagem na realização das tarefas. Eles possuem algumas características físicas distintas e funcionalidades próprias. Alguns postos comportam equipamentos que caracterizam a tarefa que é executada, outros não possuem equipamentos, mas neles são utilizados artefatos que auxiliam as tarefas. Os postos de trabalho presentes no fluxo de tarefas são:

**a) Bancada**

⇒ Funcionalidade: onde é feita a filtração dos medicamentos.

**b) Posto da capela**

⇒ Funcionalidade: utilizada para proteger os analistas dos vapores gerados com o manuseio dos solventes da fase-móvel.

**c) Posto do cromatógrafo**

⇒ Funcionalidade: onde os dados e resultados gerados pelo cromatógrafo são lidos e interpretados. É também, onde são formulados os documentos utilizados para elaborar o laudo técnico e onde ficam os cromatógrafos.

**d) Posto da balança**

⇒ Funcionalidade: onde os medicamentos são pesados e diluídos para filtração.

## **CAPÍTULO 6 ATIVIDADE – TRABALHO REAL**

Neste capítulo descreveremos a maneira com que os operadores / analistas químicos realizam o fluxo de tarefas, ou seja, como se estrutura o fluxo de atividades / trabalho real. A estruturação do fluxo foi possível através do conhecimento prévio do trabalho prescrito da cromatografia, da colaboração indispensável dos analistas e com a observação *in loco* das atividades que compõem o ensaio cromatográfico. A estrutura será apresentada com o sequenciamento de cada atividade com os artefatos utilizados na realização de cada uma e como essa relação ocorre.

### **6.1 Análise do fluxo de atividades**

O fluxo de atividades presentes no processo de cromatografia é estruturado utilizando os métodos de observação *in loco* dos analistas ao realizarem as atividades presentes, desde o início da cromatografia, até a sua conclusão com a elaboração do laudo analítico. A observação ocorreu com o consentimento e a colaboração plena dos funcionários durante todo o processo. Em uma das diversas visitas aos laboratórios, a Responsável Técnica, sabendo de antemão a necessidade do pesquisador de observar e analisar o processo de cromatografia, informou-o dos dias em que seriam realizadas as cromatografias nos três laboratórios. Para esses dias, foram marcadas visitas e foi possível observar a execução das atividades em cada laboratório. Ao final de cada fase da cromatografia, eram feitas perguntas referentes à atividade realizada e sobre as ações que o analista fizera diante do posto de trabalho, equipamento e artefatos utilizados, para haver uma melhor compreensão das diversas fases integrantes da cromatografia.

Após o cumprimento das ações citadas anteriormente, montou-se um sequenciamento das atividades realizadas no processo da cromatografia líquida. A sequência apresentada, a seguir, foi estruturada a partir dos dados coletados e com o auxílio de fotos e filmagens e, posteriormente, validada com os analistas de cada laboratório que participaram da cromatografia observada. Com as ações sequenciadas, montou-se uma planta virtual, em três dimensões, dos laboratórios, sendo possível visualizar o caminho que os analistas percorrem durante todo o processo. Para cada ação, em que posto é realizada, para onde vai em seguida, onde ficam os artefatos

necessários para a execução da atividade, enfim, todo o percurso feito durante o processo completo de cromatografia.

### 6.1.1 Sequenciamento das atividades

Após o término de cada observação da atividade nos laboratórios, montou-se, passo a passo, o processo de cromatografia líquida realizado em cada um. Em seguida, foi feita a comparação entre os três processos e notou-se que possuem a mesma espinha dorsal, mas com costelas que apresentaram ligeiras diferenças. As diferenças estão presentes, principalmente, na localização dos postos de trabalho e dos artefatos utilizados. Isso era previsto devido à diferença de arquitetura e *layout* de cada laboratório e posto. Logo, foi montado um encadeamento único para os três laboratórios, e as diferenças e particularidades presentes em cada um serão mostradas nas plantas virtuais, onde será possível visualizá-las.

O fluxo da atividade (Tabela 6.1) é iniciado com o levantamento bibliográfico nas farmacopéias (compêndio oficial) e nos artigos científicos. Nesse momento, são verificados a metodologia e o procedimento a ser adotado para a realização de uma determinada análise. O funcionário vai à sala dos analistas onde ficam esses documentos (Figura 6.1). Há vezes em que a metodologia é vista na sala ou é levada ao laboratório para ser lida e consultada durante o preparo da cromatografia.



Figura 6.1: Sala dos analistas

Identificados o método e o procedimento, inicia-se a preparação fase-móvel: mistura de solventes que abastecerá o aparelho cromatógrafo. O analista vai ao almoxarifado (Figura 6.2) com a informação de quais solventes serão utilizados.



Figura 6.2: Almoxarifado

Identificados os solventes, ele os leva para o laboratório, colocando-os em cima da bancada ou na sala de lavagem. Em seguida, pega a proveta para fazer a medição e o *becher*, ambos no armário de vidrarias, para depois misturar os solventes. Feita as medições dos solventes, eles são misturados no *becher* sob a bancada. Depois de misturados, prepara o processo de filtração (Figura 6.3), onde são utilizados o *kitassato* (localizado no armário de vidrarias) e a membrana de celulose (situada no armário de acessórios).



Figura 6.3: Filtração

Logo após à filtragem, a fase-móvel é vertida no frasco de quatro litros (Figura 6.4) situado na sala de lavagem. O frasco é levado para o aparelho ultrassom (Figura 6.5) a fim de ser retirada qualquer bolha gasosa oriunda da mistura dos solventes, onde fica durante vinte minutos.

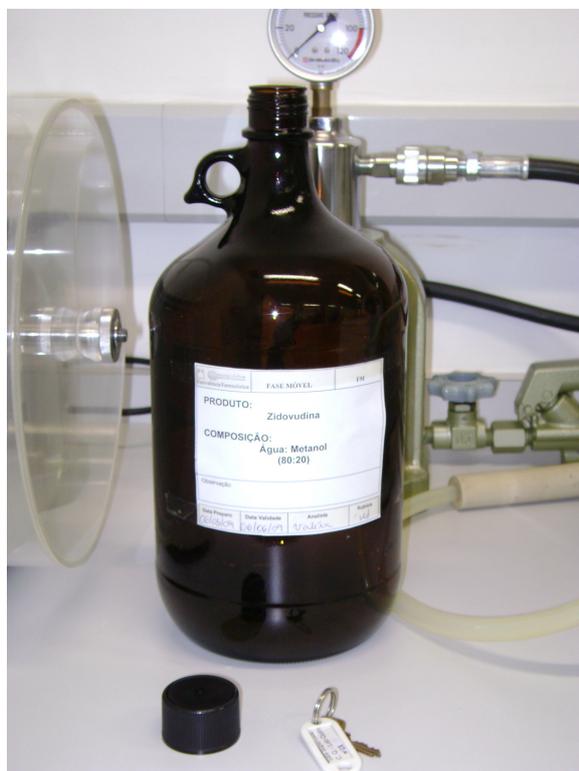


Figura 6.4: Frasco de quatro litros



Figura 6.5: Ultrassom

Nesse ínterim, é selecionada, no almoxarifado, a coluna cromatográfica que será utilizada no cromatógrafo e instala-se a coluna e há a programação do equipamento para as condições de análise. Essas atividades consomem, aproximadamente, o tempo que o ultrassom leva para retirar as bolhas gasosas do frasco com os solventes (fase-móvel).

Programado o cromatógrafo líquido e com a fase-móvel finalizada, esta é instalada no equipamento (Figura 6.6) e liga-se o aparelho para condicionar a coluna para o recebimento das amostras e para a realização das análises. O processo de condicionamento demora quarenta minutos. Durante o tempo de condicionamento, as amostras são preparadas.



Figura 6.6: Instalação da fase-móvel

O analista vai à sala de retenção e coleta os medicamentos que contêm a substância que será analisada. Colocam-se os medicamentos ao lado da balança e pegam-se os balões volumétricos no armário de vidrarias que são depositados, também, ao lado da balança. Cada medicamento pesado é colocado em um balão volumétrico para ser diluído (Figura 6.7).



Figura 6.7: Pesagem dos medicamentos

Durante a pesagem, anotações são feitas em um livro de registro onde são expostos os pesos encontrados em cada medicamento. Após a diluição realizada ao lado da balança, os medicamentos diluídos são filtrados na bancada, onde são colocadas uma seringa, membranas e *vial* (pequenas ampolas) que ficam situados no armário de acessórios. Terminada a preparação das amostras, os *vial's* são colocados dentro do cromatógrafo líquido e é iniciada a análise cromatográfica. Enquanto o ensaio é feito, o analista formata os documentos que receberão os resultados no mesmo computador ligado ao cromatógrafo (Figura 6.8). Com a geração dos resultados, sob a forma de gráficos e dados, eles são interpretados, calculados e analisados, ainda no computador, para identificar se correu tudo bem na análise e se não houve nenhuma anomalia nos resultados.



Figura 6.8: Formatação dos documentos e análise dos dados

A seguir, são colocados nos documentos formatados e enviados à Responsável Técnica, na sala da gerência, e ela realiza a verificação dos resultados obtidos. Feita a aprovação, ela elabora o boletim analítico e envia-o para o analista. Ele, por sua vez, com base no boletim, elabora o laudo técnico no computador do cromatógrafo e o entrega à Responsável Técnica. Ela faz a verificação e envia o laudo ao Departamento de Assunto Regulatórios.

Tabela 6.1: Fluxo da atividade

<b>Atividade</b>	<b>Área / Posto de trabalho</b>
1. Levantamento bibliográfico nas farmacopéias (compêndio oficial) e artigos científicos sobre a metodologia a ser empregada.	Sala dos analistas
2. Verificação da metodologia e o procedimento a ser adotado para a realização de uma determinada análise.	Sala dos analistas ou laboratório
3. Preparação fase-móvel	
3.1. Para preparar a fase-móvel, o analista vai ao almoxarifado com a informação de quais solventes serão utilizados.	Almoxarifado
3.2. Identificados os solventes, ele os leva para o laboratório, colocando-os sobre a bancada ou na sala de lavagem.	Bancada ou sala de lavagem
3.3. Pega-se a proveta para fazer a medição do volume e o <i>becher</i> .	Armário de vidrarias
3.4. Medição dos solventes.	Bancada
3.5. Mistura dos solventes no <i>becher</i> , com a proveta sob a bancada.	Bancada
3.6. Prepara-se o processo de filtração	
3.6.1. Pega-se o <i>kitassato</i> .	Armário de vidrarias
3.6.2. Utiliza-se membrana de celulose.	Armário de acessórios
3.6.3. Filtragem.	Bancada
3.7. Fase-móvel é vertida no frasco de quatro litros.	Bancada
3.8. O frasco é levado para o aparelho ultrassom.	Ultrassom

4. É selecionada a coluna cromatográfica que será utilizada no cromatógrafo.	Almoxarifado
5. Instala-se a coluna no cromatógrafo.	CLAE
6. Programa-se o equipamento para as condições de análise.	CLAE
7. A fase-móvel é retirada do ultrassom	Ultrassom
8. A fase-móvel é instalada no equipamento	CLAE
9. Liga-se o aparelho para condicionar a coluna	CLAE
10. As amostras são preparadas	
10.1. O analista coleta os medicamentos que contêm a substância que será analisada.	Sala de retenção / Armário de amostras
10.2. Coloca os medicamentos ao lado da balança	Balança
10.3. Apanha os balões volumétricos	Armário de vidrarias
10.4. Deixa-os também ao lado da balança	Balança
10.5 Cada medicamento pesado é colocado em um balão volumétrico onde todos são diluídos.	Balança
10.6. Durante a pesagem, anotações são feitas em um livro de registro ( <i>log book</i> ) onde são expostos os pesos encontrados em cada medicamento.	Balança
10.7. Os medicamentos diluídos são filtrados	Bancada
10.8. Utilizam-se uma seringa, membranas e <i>vial's</i> para a filtração.	Armário de acessórios
10.9. São colocadas na bancada	Bancada
11. Os <i>vial's</i> são colocados dentro do cromatógrafo líquido.	CLAE
12. É iniciada a análise cromatográfica	CLAE
13. O analista formata os documentos que receberão os resultados no mesmo computador ligado ao cromatógrafo	Computador do CLAE
14. Resultados, na forma de gráficos e dados, são interpretados, calculados e analisados.	Computador do CLAE
15. Resultados, sob a forma de gráficos e dados, são colocados nos documentos formatados.	Computador do CLAE

16. Enviam-se os resultados à Responsável Técnica.	Sala da gerência
17. A Responsável faz a verificação dos resultados obtidos.	Sala da gerência
18. Dada a aprovação, ela elabora o boletim analítico.	Sala da gerência
19. Envia-o para o analista.	Laboratório
20. O analista elabora o laudo técnico.	Computador do CLAE
21. Entrega à Responsável Técnica.	Sala da gerência
22. Responsável Técnica faz a verificação.	Sala da gerência
23. Envia o laudo ao Departamento de Assunto Regulatórios.	Assuntos Regulatórios

Com a estruturação do fluxo de atividades, foi possível montar todo o caminho que os analistas percorrem na realização da análise cromatográfica. O percurso foi esquematizado em planta virtual dos laboratórios, proporcionando visualizar com clareza o fluxo de atividades. Foram montadas três plantas virtuais, uma de cada laboratório.

A primeira planta (Figura 6.9) é do primeiro laboratório, onde seus postos de trabalho e áreas são destacados na cor laranja.

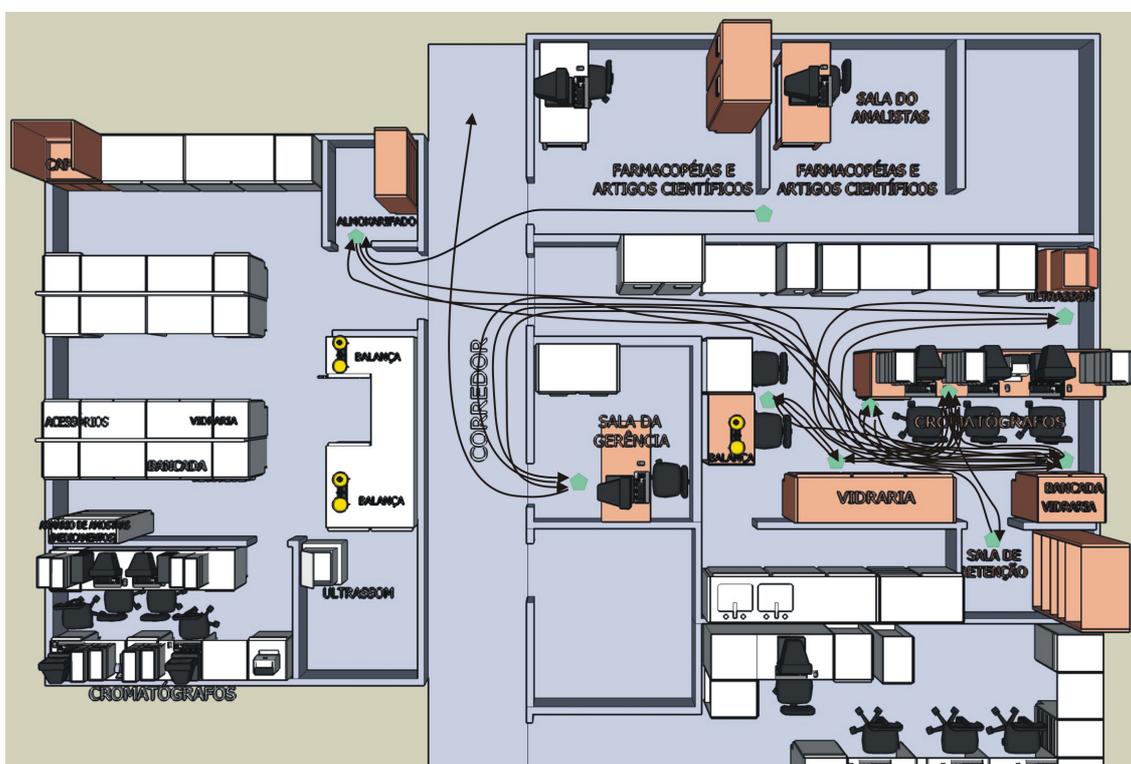


Figura 6.9: Fluxo de atividades – laboratório 1

A segunda planta (Figura 6.10) representa o segundo laboratório. Seus postos e áreas estão destacados com a cor verde para melhor visualização.

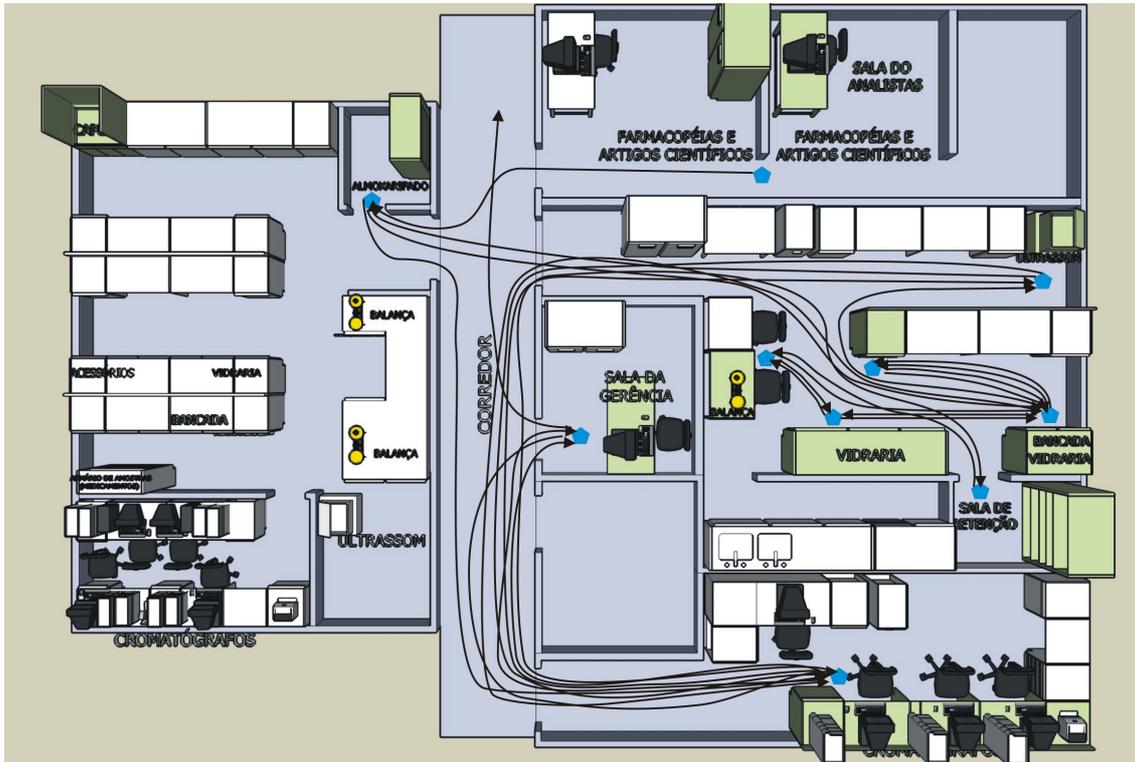


Figura 6.10: Fluxo de atividades – laboratório 2

A terceira planta (Figura 6.11) esboça o terceiro laboratório, com seus postos de trabalho e áreas destacados com a cor bege.

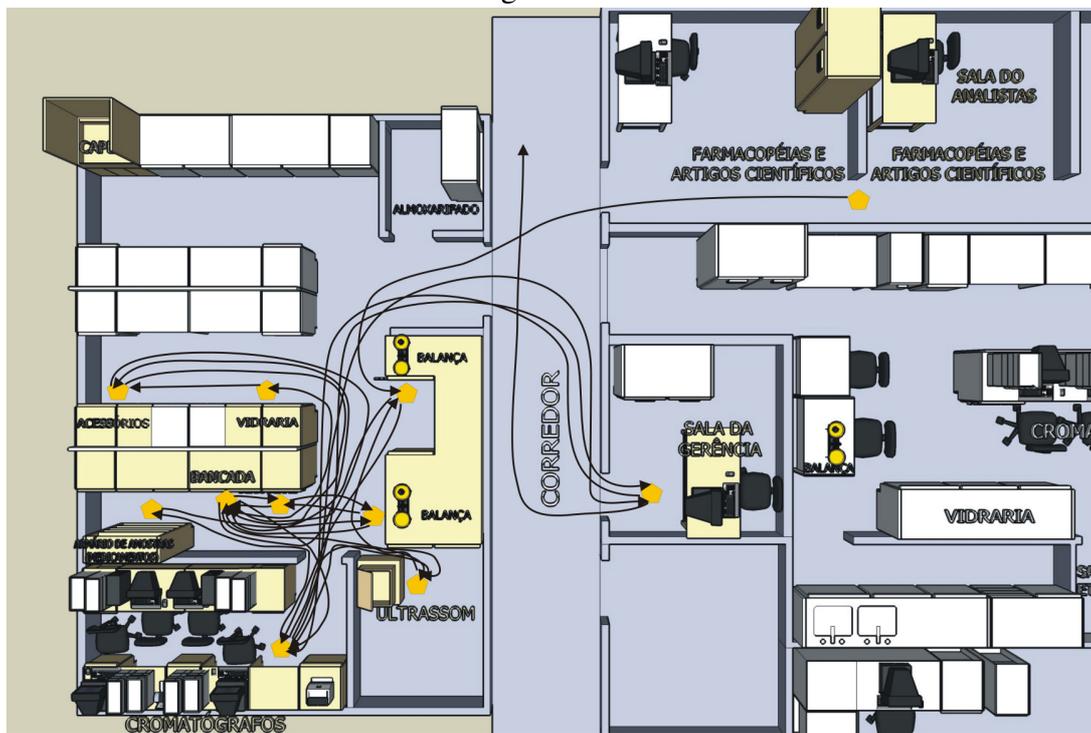


Figura 6.11: Perspectiva do laboratório 3

### 6.1.2 Aparelhos e artefatos

Nesta etapa da dissertação, foi analisada a relação entre os diversos aparelhos e artefatos utilizados no processo de cromatografia nos laboratórios. Em cada fase do fluxo de atividades, é analisada a interação do posto de trabalho com aos artefatos e equipamentos que são necessários para a realização da atividade. É observado também como todo o conjunto que envolve a atividade se comporta em relação à atividade executada anteriormente e em relação à que será efetuada posteriormente.

A estruturação do fluxo das atividades permite a comparação com o fluxo de tarefas, distinguindo não só o encadeamento de cada um com a identificação de algum possível desvio no procedimento, regulações e comportamento que possam comprometer as integridades física, mental e social do trabalhador, como também o resultado final da cromatografia.

No processo de cromatografia, o fluxo de tarefa apontou os seguintes equipamentos e artefatos utilizados ao longo da análise cromatográfica.

#### **Equipamentos**

- a) Capela
- b) Ultrassom
- c) Balança
- d) Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (CLAE)
- e) Computador

#### **Artefatos**

Eles são os mesmos empregados tanto na tarefa quanto na atividade. Através da observação e de entrevistas com a Responsável Técnica e com um dos analistas, os artefatos presentes nas atividades são os que estão no procedimento. Logo, em relação a eles não houve nenhuma modificação. Foram chamados de artefatos os objetos que são manuseados no ensaio cromatográfico, até mesmo os documentos, como por exemplo, o boletim e laudo analíticos; portanto, a lista abaixo é referente a tarefas e atividades.

- a) Solventes
- b) Proveta
- c) *Becher*

- d) *Kitassato*
- e) Membrana de celulose
- f) Frasco de quatro litros
- g) Coluna cromatográfica
- h) Balão volumétrico
- i) Livro de registro
- j) Seringa
- k) Membrana
- l) *Vial*
- m) Resultados e dados da análise
- n) Boletim técnico
- o) Laudo analítico

Na análise da atividade é constatado que a atividade não condiz com a tarefa (IIDA, 1990). Nos laboratórios não foi diferente. Comparando o fluxo de atividades com o de tarefas, é possível identificar diferenças de ações entre os dois fluxos. Um exemplo é o uso da capela, que deveria ser empregada na mistura dos solventes para a fase-móvel, o que não acontece. Os equipamentos utilizados nas atividades foram:

- a) Ultrassom
- b) Balança
- c) Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (CLAE)
- d) Computador

As áreas que fazem parte do processo da atividade que foram acessadas e os armários onde ficam guardados os artefatos foram os seguintes:

- a) Sala dos analistas
- b) Laboratório
- c) Sala de retenção
- d) Almoxarifado
- e) Armário de vidraria
- f) Armário de acessórios
- g) Sala de lavagem

### **6.1.3 Posto de trabalho**

Em cada posto de trabalho é realizada uma atividade e, para cada uma, é utilizado um artefato ou mais de um para executar a atividade. Analisou-se a relação entre posto de trabalho, atividade exercida e artefatos presentes e necessários. O objetivo era identificar as interações entre os três e como podem influenciar na execução da atividade e do fluxo da cromatografia.

Para cada atividade, foram identificados os postos de trabalho onde ela, a atividade, é executada e o equipamento e os artefatos utilizados. Também foi considerada a localização dos objetos / artefatos que possibilitam e auxiliam a atividade.

#### **1) Levantamento bibliográfico**

O levantamento bibliográfico é feito na Sala da Gerência de Qualidade onde fica o armário com as farmacopéias. Na Sala dos Analistas são consultados os artigos científicos no computador, onde são impressos e, nesta sala, são verificados a metodologia e o procedimento que serão adotados na análise.

#### **2) Preparação da fase-móvel**

A fase móvel é preparada com a mistura de dois a três solventes advindos do almoxarifado. São frascos de um a quatro litros que necessitam ser armazenados em lugares que possuam exaustão, por serem voláteis, e em armários antifogo. Após a abertura dos frascos, todo o processo da preparação deve ser feito na Capela, devido à volatilização dos solventes durante o manuseio; porém, a maioria das fases-móveis é preparada nas bancadas dos laboratórios. São utilizados cinco artefatos na preparação: proveta, *becher*, *kitassato*, membrana de celulose e o frasco. Eles ficam localizados em dois lugares: armário de acessórios e vidraria. A fase móvel: frasco de vidro com quatro litros de solventes tóxicos, é levado pelo analista até o ultrassom, um percurso que tem que ser feito com cautela. Terminado o ultrassom, o frasco é dali retirado e levado até o CLAE, onde é instalado. Durante o funcionamento do ultrassom, é instalada a coluna cromatográfica, que fica armazenada no almoxarifado, ambiente, em ambos os laboratórios, distante do cromatógrafo.

### **3) Preparação das amostras**

Os medicamentos que contêm a substância que será analisada são coletados na sala de retenção ou no armário de amostras. Quase todo o processo da preparação das amostras acontece na posto de trabalho onde fica o aparelho balança. É onde são feitas a pesagem dos medicamentos, a diluição e a anotação dos pesos no livro de registro. O processo final é executado na bancada, com a filtração que resulta nos *vial's* com as amostras dos medicamentos que serão colocados no CLAE. Nesse encadeamento, são utilizados os balões volumétricos (que ficam no armário de vidraria), uma seringa, membranas e *vial's* que ficam no armário de acessórios. Ambos, perto da balança e da bancada.

### **4) Análise cromatográfica**

Com a instalação da coluna cromatográfica, da fase-móvel e das amostras, com a programação e preparação do CLAE, inicia-se a cromatografia líquida de alta resolução. A partir desse momento, todas as atividades são realizadas no posto de trabalho do cromatógrafo, desde a formatação dos documentos até a elaboração do laudo técnico. Elas são realizadas no computador que é conectado ao CLAE. Os resultados e o boletim técnico são impressos em uma impressora conectada ao computador do equipamento.

## **CAPÍTULO 7 PROBLEMAS OBSERVADOS (ERGONOMISTA E OPERADORES)**

Com a ação conversacional aplicada em dois funcionários (analistas químicos) de cada laboratório, foram notificados os problemas que esses ambientes apresentam, sob a ótica dos analistas, que interferem no processo de cromatografia, desde o levantamento bibliográfico até a elaboração do laudo técnico. Essas informações possibilitaram identificar, no fluxo de atividades, onde os funcionários presenciam condições inadequadas para a realização da tarefa que provocam algum *constraint*. Os apontamentos dos problemas feitos pelos analistas proporcionaram a visualização, num primeiro momento, de problemas projetuais que comprometem a atividade.

Em conjunto com a ação conversacional e durante a estruturação do fluxo de atividades, realizou-se a avaliação ergonômica nos ambientes que fazem parte dos laboratórios, nos próprios laboratórios e nos postos de trabalho. Foram observados na análise da atividade, diversos problemas projetuais que interferem no processo de cromatografia e que comprometem não só a saúde, a segurança e a eficiência dos funcionários, assim como o conforto deles.

## 7.1 Operadores (Analistas químicos)

Os problemas relatados pelos analistas foram compilados na Tabela 7.1, abaixo. Através da ação conversacional com entrevistas, dois funcionários de cada laboratório foram entrevistados. Os apontamentos dos analistas químicos foram semelhantes, o que resultou em uma lista de problemas para cada laboratório.

Tabela 7.1: Problemas relatados

<b>Laboratório</b>	<b>Problemas relatados</b>
1º laboratório	Espaço físico (“falta espaço”).
	Mobiliário ruim.
	Preparo das amostras: lugar inadequado.
	Capela longe do laboratório.
	Problema de circulação de pessoas.
	CLAE’s muito altos.
2º laboratório	Cadeiras ruins.
	Pouco espaço nas bancadas dos postos de trabalho.
	CLAE’s muito altos.
	Temperatura inconstante.
	Capela longe do laboratório.
3º laboratório	Arrumação dos cromatógrafos imprópria.
	Cadeiras ruins.
	Armário de vidraria é alto.
	Pouco espaço nas bancadas dos postos de trabalho.
	Transporte dos fracos.
	Temperatura inconstante.
	Espaço físico (“falta espaço”).

Os problemas relatados pelos analistas químicos são diversos, desde o mobiliário ruim, até a temperatura inconstante nos laboratórios. Com características físicas e estruturais semelhantes, cada laboratório atende de maneira particular a cada analista participante do trabalho. Esse fato pode ser explicado pela diferença de sexo, estatura, e pelo tempo que o operador exerce a função de analista químico.

Cadeiras e outros mobiliários que compõem os laboratórios são problemas que estão presentes em todos eles (Figura 7.1 e 7.2). Esses problemas são os que estão mais em evidência para os analistas. Em todas as entrevistas realizadas com eles, o mobiliário, principalmente as cadeiras, foram os primeiros itens a serem respondidos. Os operadores afirmam que elas são o principal problema e o que mais interfere no trabalho.



Figura 7.1: Diferentes modelos de cadeiras



Figura 7.2: Cadeiras sem regulagens

No mobiliário, os operadores relataram que o pouco espaço livre existente nas bancadas são insuficientes para que eles possam apoiar qualquer objeto, desde documentos até medicamentos e vidrarias utilizadas na preparação da cromatografia líquida (Figura 7.3).



Figura 7.3: pouco espaço nas bancadas

Outro item fundamental apontado é o pouco espaço físico nos laboratórios. Isso pode ser resultado da má disposição dos postos de trabalho (equipamento e mobiliário) no ambiente, não correspondendo às necessidades dos analistas. Os *layouts* que os laboratórios apresentam, para os analistas, não são o ideal.

A temperatura instável nos três laboratórios é de bastante relevância devido à sua influência direta no comportamento das pessoas e no material ali presente. Ela pode provocar alterações no conforto e bem-estar dos analistas, comprometendo o trabalho a ser desenvolvido. E também ocasiona a perda de material laboratorial que necessita ser armazenado em lugares que possuam uma temperatura estável, senão pode levar à inutilização desse material.

A questão da altura do cromatógrafo líquido de alta eficiência é inadequada ao desempenho das atividades dos analistas dos dois laboratórios. Isso, porque, em toda cromatografia, eles têm de acessar a parte superior do equipamento (Figura 7.4 e 7.5).

Há casos relatados em que foi necessária a utilização de uma pequena escada para acessar o CLAE.

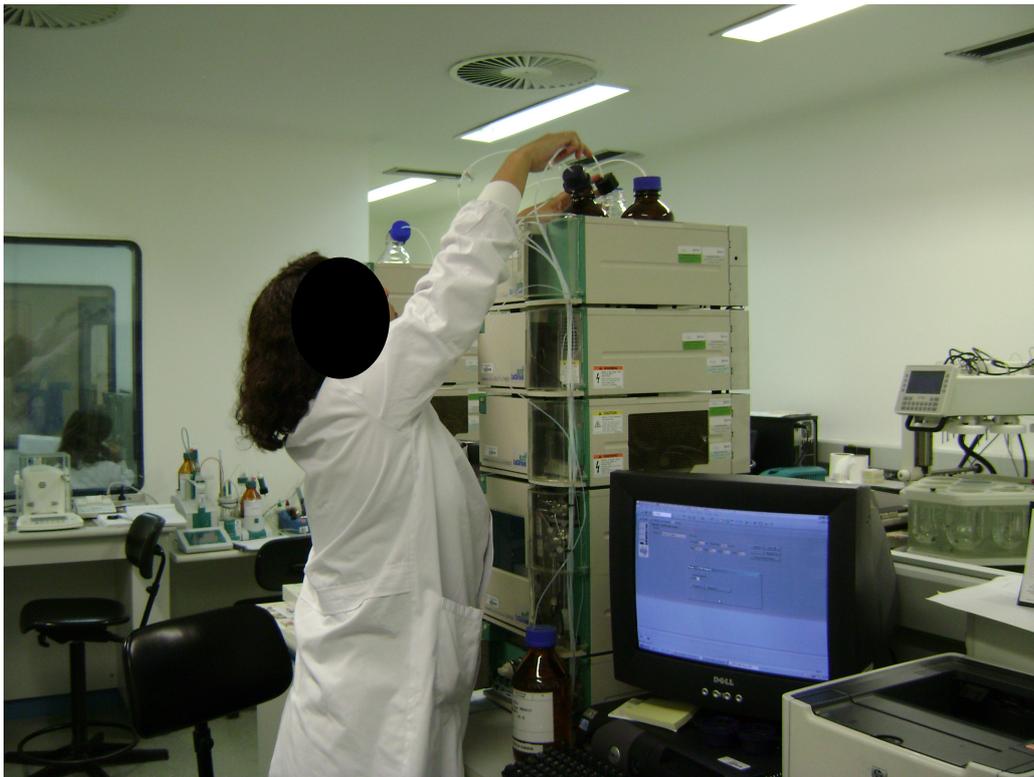


Figura 7.4: Altura do cromatógrafo – dificuldade de acesso à parte superior.



Figura 7.5: Altura do cromatógrafo versus estatura dos funcionários

Devido à localização da capela em outro laboratório, isto foi apontado como um problema pelos funcionários dos dois primeiros laboratórios, uma vez que a preparação da fase-móvel deve ser executada na capela. No terceiro, onde fica a capela, isto não foi apontado pelos analistas, porém, eles comentaram que não a utilizam como deveriam porque ela fica no final do laboratório (Figura 7.6).

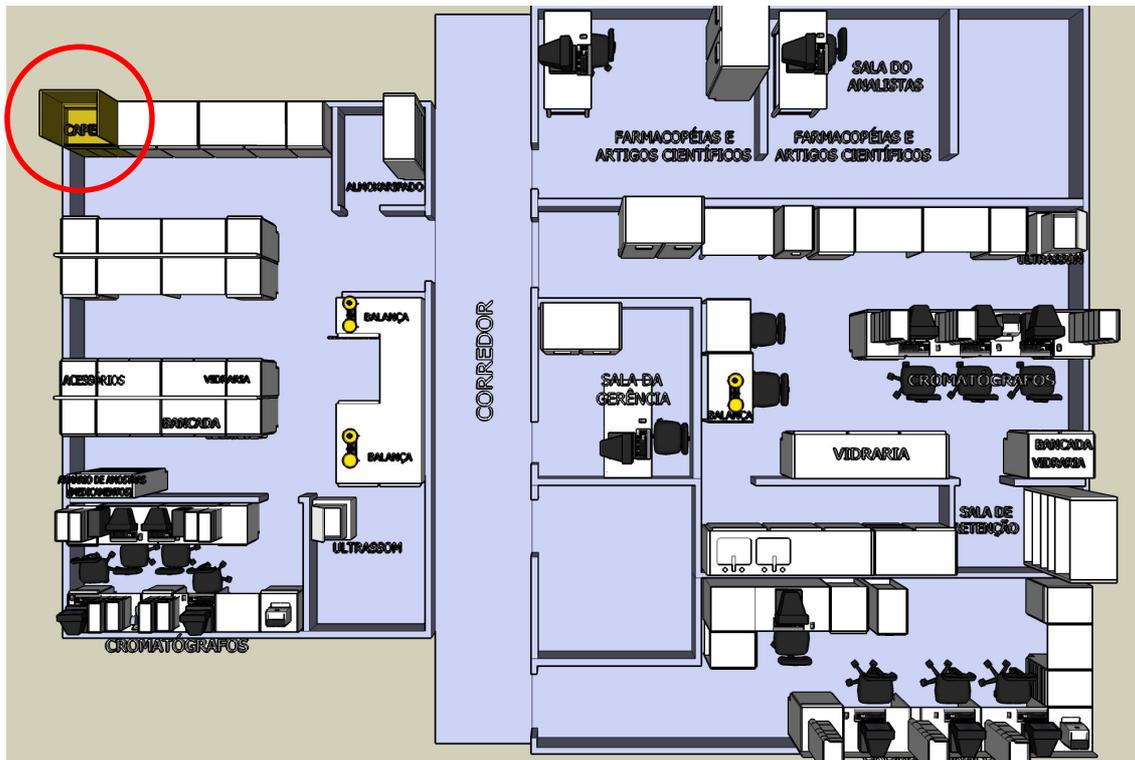


Figura 7.6: Localização da capela

## **7.2 Problemas observados**

A análise ergonômica, através da análise e observação da atividade, possibilitou a identificação de problemas relacionados a projeto e que interferem no processo cromatográfico e no fluxo produtivo da atividade. Também foram analisados os ambientes que compõem os três laboratórios e suas influências nos postos de trabalho e na execução das tarefas. Os problemas foram divididos em quatro grupos referentes ao processo da cromatografia:

- a) Levantamento bibliográfico;
- b) Preparação da fase-móvel;
- c) Preparação das amostras;
- d) Análise cromatográfica.

### **7.2.1 Levantamento bibliográfico**

O levantamento bibliográfico na farmacopéia e nos artigos científicos é realizado em um ambiente externo aos laboratórios, o que provoca o deslocamento excessivo do funcionário na necessidade de um desses documentos, ocasionando a elevação do tempo do processo produtivo (Figura 6.9, 6.10 e 6.11).

### **7.2.2 Preparação da fase-móvel**

A fase-móvel é preparada em uma bancada dentro do laboratório, entretanto ela deveria ser processada na capela, onde possui exaustão, o que evita a inalação do vapores tóxicos produzidos a partir do manuseio dos solventes. A exposição do ser humano a grandes concentrações do vapor produzido pelos solventes pode provocar alergias e deficiências respiratórias.

Isso acontece no primeiro e segundo laboratórios porque a capela está localizada em outro laboratório, e os funcionários alegam que é longe e, em consequência, preparam a fase-móvel na bancada, lugar impróprio para essa atividade. No terceiro,

ocorre com menos frequência, mas ainda acontece por ficar a capela no final do laboratório, longe dos cromatógrafos e do ultrassom. (Figura 6.11).

Como o almoxarifado com os solventes localiza-se em outro laboratório, espaço de passagem obrigatória dos funcionários com os frascos, acentua-se esse contato operador / vapor do solvente. O almoxarifado não possui exaustão e armários antifogo, elementos essenciais para o armazenamento deste tipo de material; mesmo com os frascos fechados, há volatilização dos solventes, e eles são inflamáveis.

No terceiro laboratório, o almoxarifado é um armário localizado em uma das bancadas. Ele também não possui exaustão e não é feito de material antifogo. Ao abrir a porta do almoxarifado, uma grande quantidade de vapores de solventes pode ser inalada pelo analista, provocando-lhe tontura e alergias, por exemplo.

O aparelho ultrassom é localizado longe da bancada onde é preparada a fase-móvel. Isso faz com que o analista tenha que percorrer alguns metros com o frasco, com quatro litros de solventes, até o aparelho. E depois de terminado o ultrassom, ele tem que percorrer o mesmo percurso até o CLAE para fazer a instalação.

A instalação da fase-móvel no cromatógrafo líquido de alta resolução, nos dois primeiros laboratórios, é problemática, devido à altura do CLAE em relação ao solo, que é aproximadamente de um metro e oitenta. Isso faz com que o analista tenha que levantar o frasco com quatro litros de solventes a tal altura, trazendo riscos de queda do frasco e possibilitando danos físicos ao operador (Figura 7.4 e 7.5).

A coluna cromatográfica do primeiro e segundo laboratórios fica localizada no almoxarifado, em outro laboratório, longe do equipamento onde ela será instalada.

No segundo laboratório, os cromatógrafos ficam localizados em outra sala, o que provoca um maior deslocamentos do analista para a instalação da fase-móvel e da coluna cromatográfica (Figura 6.10).

Na preparação da fase-móvel não há nenhuma atividade que seja realizada sentada, todas são feitas de pé, o que provoca um maior desgaste físico nos analistas.

### **7.2.3 Preparação das amostras**

Os postos de trabalho, onde ficam os equipamentos balanças, possui pouco espaço para os balões volumétricos, para os medicamentos que serão pesados e para o livro de registro (Figura 6.7). Nos dois primeiros laboratórios, a cadeira do posto

apresenta desconformidades com a atividade, provocando postura forçada e risco de lesão física. No terceiro, a atividade de pesagem é feita de pé.

A bancada, onde é feita a filtração dos medicamentos diluídos, fica localizada a alguns metros da balança, fazendo com que o analista tenha que se deslocar de um posto para outro para continuar a preparação das amostras (Figura 6.3). A atividade de filtração é realizada de pé, o que provoca um maior desgaste físico.

#### 7.2.4 Análise cromatográfica

No posto de trabalho dos cromatógrafos, há pouco espaço para fazer anotações referentes aos resultados da cromatografia e ao laudo técnico, o que leva os analistas a apoiarem pranchetas e cadernos sobre as pernas (Figura 7.7).



Figura 7.7: Bancada do móvel dos cromatógrafos

O mobiliário desse posto se apresenta inadequada para a execução das atividades ali executadas pelos operadores, o que provoca riscos à integridade física desses profissionais. A presença de computadores e o tempo de permanência dos analistas utilizando-os levam a considerar o espaço como um posto de trabalho informatizado (IIDA, 1990). Logo, ele não atende às recomendações ergonômicas para essa atividade.

No terceiro laboratório, o espaço é exíguo entre os postos de trabalho que comportam os cromatógrafos, e isso afeta o trânsito de funcionários e dos próprios analistas que manuseiam o equipamento (Figura 7.8).



Figura 7.8: Pouco espaço entre os postos de cromatografia

### 7.2.5 Ambiente

Os ambientes que comportam os três laboratórios demonstram possuir uma área física compatível com as tarefas que ali são executadas. É claro, também, que é inviável agrupar em um único espaço todas as áreas de que fazem parte os laboratórios. Porém, eles apresentam uma deficiente disposição dos mobiliários, equipamentos e das áreas que os compõem. Não houve preocupação de agrupar em um espaço postos de trabalho que possuam tarefas complementares, o que interfere no fluxo de atividades com a elevação do tempo no processo. Urge elaborar um projeto voltado para reorganização dessa área física, a fim de evitarem-se deslocamentos desnecessários de postos com tarefas complementares.

### 7.3 Listas dos problemas identificados

Com o relato dos funcionários sobre os problemas presentes nos laboratórios e através da observação do ergonomista, montou-se uma lista de problemas e inconveniências presentes nos três ambientes estudados.

- ⇒ Levantamento bibliográfico realizado em um ambiente externo aos laboratórios.
- ⇒ Fase-móvel preparada fora da capela.
- ⇒ Capela fica no final do terceiro laboratório, longe de onde os cromatógrafos e os ultrassons estão localizados.
- ⇒ Almojarifado, do primeiro e segundo laboratórios, localizado em outro laboratório.
- ⇒ Almojarifado não possui exaustão e armários antifogo.
- ⇒ No terceiro laboratório, o almojarifado é um armário localizado em uma das bancadas e não possui exaustão e não é feito de material antifogo.
- ⇒ Aparelho ultrassom localizado longe do local onde a fase-móvel é preparada.
- ⇒ Altura do CLAE em relação ao solo é muito alta, aproximadamente, um metro e oitenta.
- ⇒ Colunas cromatográficas, do primeiro e segundo laboratórios, localizadas no almojarifado em outro laboratório.
- ⇒ No segundo laboratório, os cromatógrafos ficam localizados em outra sala.
- ⇒ Na preparação da fase-móvel, todas as atividades são realizadas de pé.
- ⇒ Nos postos de trabalho, onde ficam os equipamentos balanças, há pouco espaço para os balões volumétricos, medicamentos que serão pesados e para o livro de registro.
- ⇒ Nos dois primeiros laboratórios, a cadeira do posto de trabalho da balança apresenta desconformidades com a atividade.
- ⇒ No terceiro, a atividade de pesagem é feita de pé.
- ⇒ Posto de trabalho, onde é feita a filtração dos medicamentos diluídos, afastado do posto de trabalho da balança.
- ⇒ Atividade de filtração realizada de pé.

- ⇒ No posto de trabalho dos cromatógrafos, há pouco espaço livre para fazer anotações referentes aos resultados da cromatografia e ao laudo técnico.
- ⇒ Mobiliário do cromatógrafo apresenta desconformidades com a atividade que é executada.
- ⇒ No terceiro laboratório, o espaço é exíguo entre os postos de trabalho que comportam os cromatógrafos.
- ⇒ Laboratórios apresentam deficiente disposição dos mobiliários, equipamentos e das áreas que os compõem.

## CAPÍTULO 8 PROVIDÊNCIAS (MELHORIAS)

Neste capítulo, será apontado cada problema identificado através da análise ergonômica aplicada nos três laboratórios, onde foram feitas as análises da atividade e do fluxo de atividades, descritas no capítulo anterior. Cada problema reconhecido no desenvolvimento das atividades gera um impacto no operador e repercute na organização (laboratórios / FIOCRUZ) de alguma maneira e, para que os impactos e repercussões não aconteçam, oportunidades de melhorias serão propostas com justificativas que mostrem suas necessidades de serem implementadas.

Os problemas foram divididos em cinco grupos, de acordo com o item 7.3 do capítulo anterior. Em seguida, montaram-se Tabelas com três itens relacionados a cada problema identificado: impacto, oportunidade de melhoria e justificativa.

- ⇒ Levantamento bibliográfico
- ⇒ Preparação da fase-móvel
- ⇒ Preparação das amostras
- ⇒ Análise cromatográfica
- ⇒ Ambiente

Nessa etapa do desenvolvimento da dissertação, é iniciado o processo de desenvolvimento do produto apresentado por Baxter (2003). A identificação dos problemas presentes nos laboratórios é considerada a especificação das oportunidades de futuros projetos de produto, baseados nos conceitos da Ergonomia: segurança, bem-estar, eficiência, produtividade e saúde. A geração das oportunidades de melhoria para os problemas apontados é interpretada como especificação preliminar do projeto, onde são expostos requisitos gerais do projeto, ou seja, o que o conceito / produto terá que apresentar. E as justificativas relacionadas a cada oportunidade de melhoria para os problemas presentes nos laboratórios corroboram para que os requisitos do projeto sejam incorporados aos conceitos / produtos que serão desenvolvidos. Com isso, as decisões relacionadas ao desenvolvimento do produto vão diminuindo com a execução de cada etapa do processo.

A partir da aplicação do método de desenvolvimento do produto, é iniciado também o processo de formulação dos Padrões Conceituais de Projeto, proveniente do método da linguagem de padrões de Alexander (1977). Primeiramente, a realidade laboral já é conhecida com a aplicação da análise ergonômica no ambiente de trabalho e da vivência através das visitas realizadas. Em seguida, são identificados problemas presentes na realidade laboral estudada (laboratórios da FIOCRUZ). Para cada problema apresentado, é feito um apontamento de possíveis impactos nos trabalhadores e na execução do trabalho. Todo esse conjunto bem estruturado fornecerá, mais adiante, subsídios para finalizar os Padrões Conceituais de Projeto com a formulação de conceitos que auxiliarão a compreensão dos Padrões.

### 8.1 Levantamento bibliográfico

⇒ O levantamento bibliográfico na farmacopéia e nos artigos científicos é realizado em um ambiente externo aos laboratórios.

Tabela 8.1: Levantamento bibliográfico

<b>Impacto</b>	Provoca o deslocamento excessivo do analista químico, quando necessita de um documento, ocasionando a elevação do tempo do processo produtivo.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Instalação da sala com o material bibliográfico (farmacopéias e artigos científicos) no mesmo ambiente do laboratório, com uma porta interligando os dois ambientes.
<b>Justificativa</b>	Reduzir o tempo de coleta e facilitar o acesso ao material bibliográfico.

## 8.2 Preparação da fase-móvel

- a) A fase-móvel é preparada em uma bancada dentro do laboratório.

Tabela 8.2: Fase-móvel – preparação

<b>Impacto</b>	O manuseio dos solventes da fase-móvel produz vapores tóxicos que provocam alergias, complicações e insuficiência respiratória, se forem inalados em determinadas concentrações.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	O preparo da fase-móvel tem que ser realizado no equipamento capela, instalado dentro do laboratório onde ocorre a cromatografia.
<b>Justificativa</b>	Evitar inalação de vapores tóxicos que provocam danos à saúde do operador.

- b) O equipamento capela fica no final do terceiro laboratório, longe da localização onde se encontram os cromatógrafos e os ultrassons, que se distribuem pelos três laboratórios.

Tabela 8.3: Fase-móvel – equipamento capela

<b>Impacto</b>	Os analistas preparam a fase-móvel na bancada, em um ambiente aberto, ao invés de a prepararem na capela.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Instalação de uma capela, em cada laboratório, perto dos cromatógrafos e ultrassons.
<b>Justificativa</b>	Evitar que os analistas manuseiem solventes em ambientes abertos e impróprios.

- c) O almoxarifado com os solventes do primeiro e segundo laboratórios se localiza em outro laboratório.

Tabela 8.4: Almojarifado – solventes

<b>Impacto</b>	Deslocamento excedente dos analistas para pegar os solventes.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Instalação do almojarifado no mesmo ambiente do laboratório, com uma porta interligando os dois ambientes.
<b>Justificativa</b>	Reduzir o tempo de deslocamento dos analistas.

d) O almojarifado não possui exaustão e armários antifogo.

Tabela 8.5: Almojarifado – exaustão e armários antifogo

<b>Impacto</b>	Acumulação de vapores tóxicos no almojarifado e risco de incêndio.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Instalação de um exaustor e armários com material antifogo no almojarifado.
<b>Justificativa</b>	Evitar a acumulação de vapores tóxicos e diminuir o risco de incêndio, reduzindo os riscos aos funcionários.

e) No terceiro laboratório, o almojarifado se resume a um armário localizado em uma das bancadas que, também, não possui exaustão e não é constituído de material antifogo.

Tabela 8.6: Almojarifado – terceiro laboratório

<b>Impacto</b>	Acumulação de vapores tóxicos do almojarifado e risco de incêndio no laboratório.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Instalação do almojarifado, em um ambiente isolado, dentro do laboratório, onde haverá exaustor e armários fabricados com material antifogo.
<b>Justificativa</b>	Evitar a acumulação de vapores tóxicos e diminuir o risco de incêndio, diminuindo os riscos aos funcionários.

- f) Aparelho ultrassom é localizado longe da bancada onde é preparada a fase-móvel.

Tabela 8.7: Localização do ultrassom

<b>Impacto</b>	Deslocamento excessivo dos analistas com o frasco de quatro litros entre o local onde é preparada a fase-móvel e o ultrassom.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Alocação do ultrassom próximo ao local onde é preparada a fase-móvel, ou seja, próximo à capela.
<b>Justificativa</b>	Evitar o deslocamento dos analistas com o frasco de solventes.

- g) A altura do CLAE em relação ao solo é muito alta: um metro e oitenta.

Tabela 8.8: Altura do cromatógrafo

<b>Impacto</b>	Dificuldade de instalação da fase-móvel sobre o CLAE, ocasionando postura forçada e risco de lesão do funcionário.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Diminuição da altura do equipamento CLAE com outra configuração.
<b>Justificativa</b>	Facilitar instalação da fase-móvel e evitar postura forçada e risco de lesão.

- h) A coluna cromatográfica do primeiro e segundo laboratórios fica localizada no almoxarifado, em outro laboratório, longe do equipamento onde ela será instalada.

Tabela 8.9: Coluna cromatográfica – localização

<b>Impacto</b>	Deslocamento excessivo dos analistas.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Instalação do almoxarifado no mesmo ambiente em que o laboratório, onde há uma porta interligando os dois ambientes.
<b>Justificativa</b>	Reduzir o tempo de deslocamento dos analistas.

- i) No segundo laboratório, os cromatógrafos ficam localizados em outra sala.

Tabela 8.10: Localização dos cromatógrafos

<b>Impacto</b>	Deslocamento constante dos analistas e aumento no tempo do processo.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Instalação dos cromatógrafos no mesmo ambiente do laboratório.
<b>Justificativa</b>	Diminuir o tempo de deslocamento dos analistas e do processo.

- j) Na preparação da fase-móvel, não há nenhuma atividade que seja realizada com os analistas químicos sentados; todas as atividades são realizadas de pé.

Tabela 8.11: Fase-móvel – atividade

<b>Impacto</b>	Desgaste físico dos analistas.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Aquisição de cadeiras adequadas para as atividades (regulagens para assento, encosto e apoio de braço).
<b>Justificativa</b>	Reduzir o desgaste físico dos analistas.

### 8.3 Preparação das amostras

- a) Os postos de trabalho onde ficam os equipamentos balanças possuem pouco espaço físico a fim de acomodar os balões volumétricos, para os medicamentos que serão pesados e para o livro de registro.

Tabela 8.12: Posto de trabalho – balança

<b>Impacto</b>	Os analistas recorrem a outros postos de trabalho onde há algum espaço na bancada para colocar os balões volumétricos e medicamentos. E o livro de registro, frequentemente, fica apoiado nas pernas dos operadores.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Instalação do equipamento balança em um posto de trabalho que possua um mobiliário que tenha espaço para o aparelho e o apoio dos balões volumétricos, medicamentos e o livro de registro.
<b>Justificativa</b>	Proporcionar conforto para os analistas e otimizar a tarefa de pesagem.

- b) Nos dois primeiros laboratórios, a cadeira do posto de trabalho da balança não é compatível com a atividade a ser desenvolvida pelo analista.

Tabela 8.13: Balança – cadeira

<b>Impacto</b>	Postura forçada e risco de o analista sofrer problemas físicos devido à má postura durante seu trabalho.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Aquisição de cadeira adequada à atividade (regulagens para assento, encosto e apoio de braço).
<b>Justificativa</b>	Evitar postura forçada e reduzir o risco de lesão.

- c) No terceiro laboratório a atividade de pesagem é feita de pé.

Tabela 8.14: Balança – terceiro laboratório

<b>Impacto</b>	Desgaste físico dos analistas.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Aquisição de cadeira adequada para a atividade (regulagem para assento, encosto e apoio de braço).
<b>Justificativa</b>	Reduzir o desgaste físico dos analistas.

- d) A bancada, onde é feita a filtração dos medicamentos diluídos (preparação das amostras) é afastada do posto de trabalho da balança.

Tabela 8.15: Posto de trabalho – filtração

<b>Impacto</b>	Gasto excessivo de tempo na transferência do analista e artefatos de um posto para o outro.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Instalação do posto de trabalho onde é feita a filtração, ao lado do posto da pesagem.
<b>Justificativa</b>	Otimizar o fluxo produtivo.

- e) A atividade de filtração é realizada de pé.

Tabela 8.16: Filtração – atividade

<b>Impacto</b>	Desgaste físico dos analistas.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Aquisição de cadeira adequada para a atividade (regulagem para assento, encosto e apoio de braço).
<b>Justificativa</b>	Reduzir o desgaste físico dos analistas.

#### 8.4 Análise cromatográfica

- a) No posto de trabalho dos cromatógrafos, há pouco espaço para fazer anotações referentes aos resultados da cromatografia e ao boletim técnico.

Tabela 8.17: Posto de trabalho – cromatógrafos

<b>Impacto</b>	Anotações são feitas em pranchas sobre as pernas dos analistas.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Nova disposição dos equipamentos no posto e aquisição de monitores LCD.
<b>Justificativa</b>	Proporcionar conforto aos analistas e facilitar o processo de anotações.

b) O mobiliário do cromatógrafo não se adequa com a atividade.

Tabela 8.18: Mobiliário – cromatógrafo

<b>Impacto</b>	Postura forçada, risco de lesão física e desconforto para os operadores.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Aquisição de mobiliário adequado: cadeiras com regulagem para assento, encosto e apoio de braços.
<b>Justificativa</b>	Evitar postura forçada, reduzir o risco de lesão e proporcionar conforto aos analistas.

c) No terceiro laboratório, o espaço é exíguo entre os postos de trabalho que comportam os cromatógrafos.

Tabela 8.19: Espaço nos postos de trabalho – cromatografia

<b>Impacto</b>	Dificulta o fluxo de funcionários e dos próprios analistas que manuseiam o equipamento.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Diminuição da quantidade de cromatógrafos no ambiente ou a instalação dos CLAE's em um ambiente maior.
<b>Justificativa</b>	Proporcionar melhor fluxo de pessoas no ambiente e conforto aos analistas durante as atividades.

## 8.5 Ambiente

⇒ Os laboratórios apresentam uma deficiente disposição dos mobiliários, equipamentos e das áreas que os compõem.

Tabela 8.20: Ambiente

<b>Impacto</b>	Diminuição da eficiência do fluxo produtivo.
<b>Oportunidade de melhoria</b>	Novo arranjo físico dos mobiliários, equipamentos e das áreas que compõem os laboratórios.
<b>Justificativa</b>	Proporcionar melhor eficiência produtiva do fluxo de atividades.

## **CAPÍTULO 9 REQUISITOS (PADRÕES CONCEITUAIS DE PROJETO)**

No capítulo anterior, diversos problemas foram levantados e, para cada um deles, foi identificado o impacto nos operadores e a repercussão na organização. Com o objetivo de minimizar ou até eliminá-los, oportunidades de melhoria foram elaboradas, acompanhadas de justificativas. Conceitos desenvolvidos com base nas melhorias foram propostos com o intuito de concretizar o desenvolvimento da análise ergonômica. No processo de desenvolvimento do produto proposto por Baxter (2003), a geração dos conceitos é a etapa onde ocorre a concretização dos requisitos e especificações do projeto, anteriormente formulados. Estes conceitos têm o papel de servir como requisitos de projeto, ou seja, desempenham o papel de recomendações para futuros projetos para laboratórios que possuam análise cromatográfica. É onde ocorre a melhoria das especificações do projeto. Essas recomendações visam atender todo o processo de cromatografia, iniciado com o levantamento bibliográfico, até à finalização do processo, com a elaboração do laudo técnico para ser entregue ao Departamento de Assuntos Regulatórios.

Os requisitos (Padrões Conceituais de Projeto) formulados foram divididos de acordo com o critério utilizado no capítulo anterior:

- ⇒ Levantamento bibliográfico
- ⇒ Preparação da fase-móvel
- ⇒ Preparação das amostras
- ⇒ Análise cromatográfica
- ⇒ Ambiente

A seguir, apresentaremos os requisitos de projetos elaborados a partir das oportunidades de melhoria, das justificativas e dos conceitos apresentados. Sua estrutura (Figura 9.1) é dividida em quatro partes principais: fotografia da atividade, descrição da atividade, recomendações e padrão conceitual. Cada padrão conceitual formulado apresenta um nome relacionado à atividade e é constituído por uma imagem do conceito e dos requisitos.

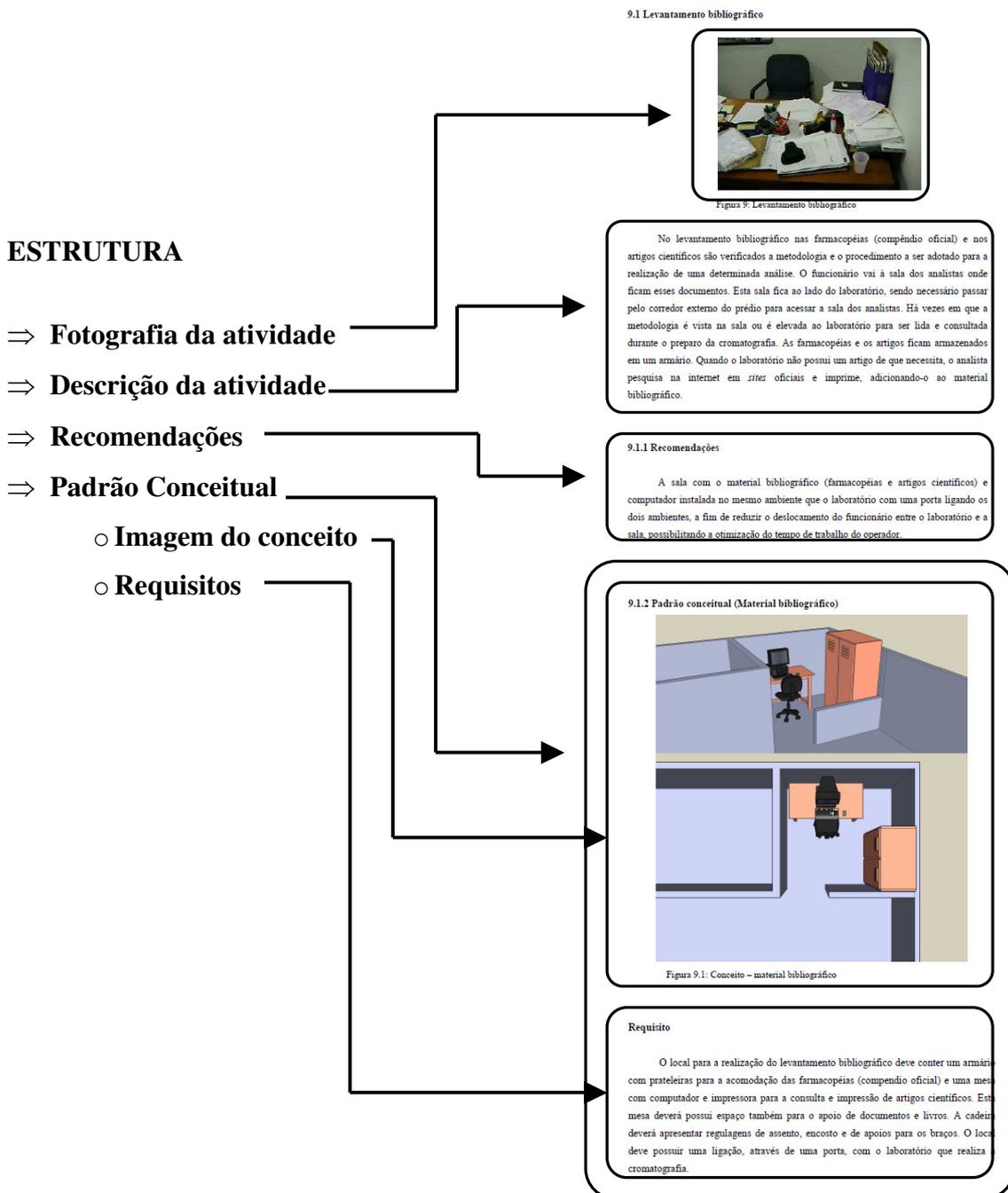


Figura 9.1: Estrutura do Padrão Conceitual

## 9.1 Levantamento bibliográfico

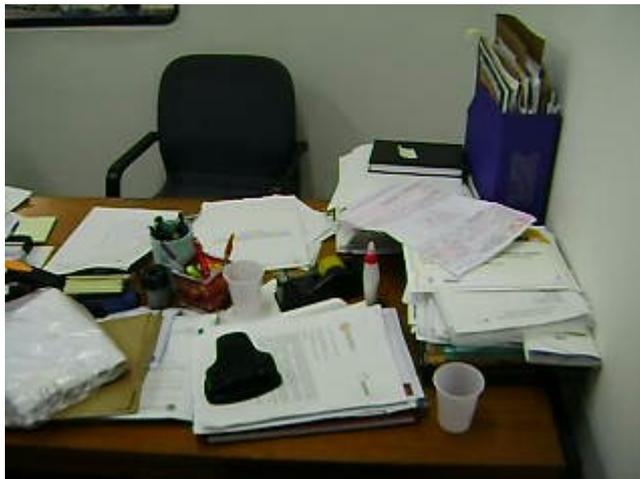


Figura 9.2: Levantamento bibliográfico

No levantamento bibliográfico nas farmacopéias (compêndio oficial) e nos artigos científicos são verificados a metodologia e o procedimento a serem adotados para a realização de uma determinada análise. O funcionário vai à sala dos analistas onde ficam esses documentos. Esta sala fica ao lado do laboratório, sendo necessário passar pelo corredor externo do prédio para acessar a sala dos analistas. Há vezes em que a metodologia é vista na sala ou é elevada ao laboratório para ser lida e consultada durante o preparo da cromatografia. As farmacopéias e os artigos ficam armazenados em um armário. Quando o laboratório não possui um artigo de que necessita, o analista pesquisa na internet, em *sites* oficiais, e imprime, adicionando-o ao material bibliográfico.

### 9.1.1 Recomendações

A sala com o material bibliográfico (farmacopéias e artigos científicos) e computador, instalada no mesmo ambiente do laboratório, onde há uma porta ligando os dois ambientes, a fim de reduzir o deslocamento do funcionário entre o laboratório e a sala, o que possibilita a otimização do tempo de trabalho do operador.

### 9.1.2 Padrão conceitual (Material bibliográfico)

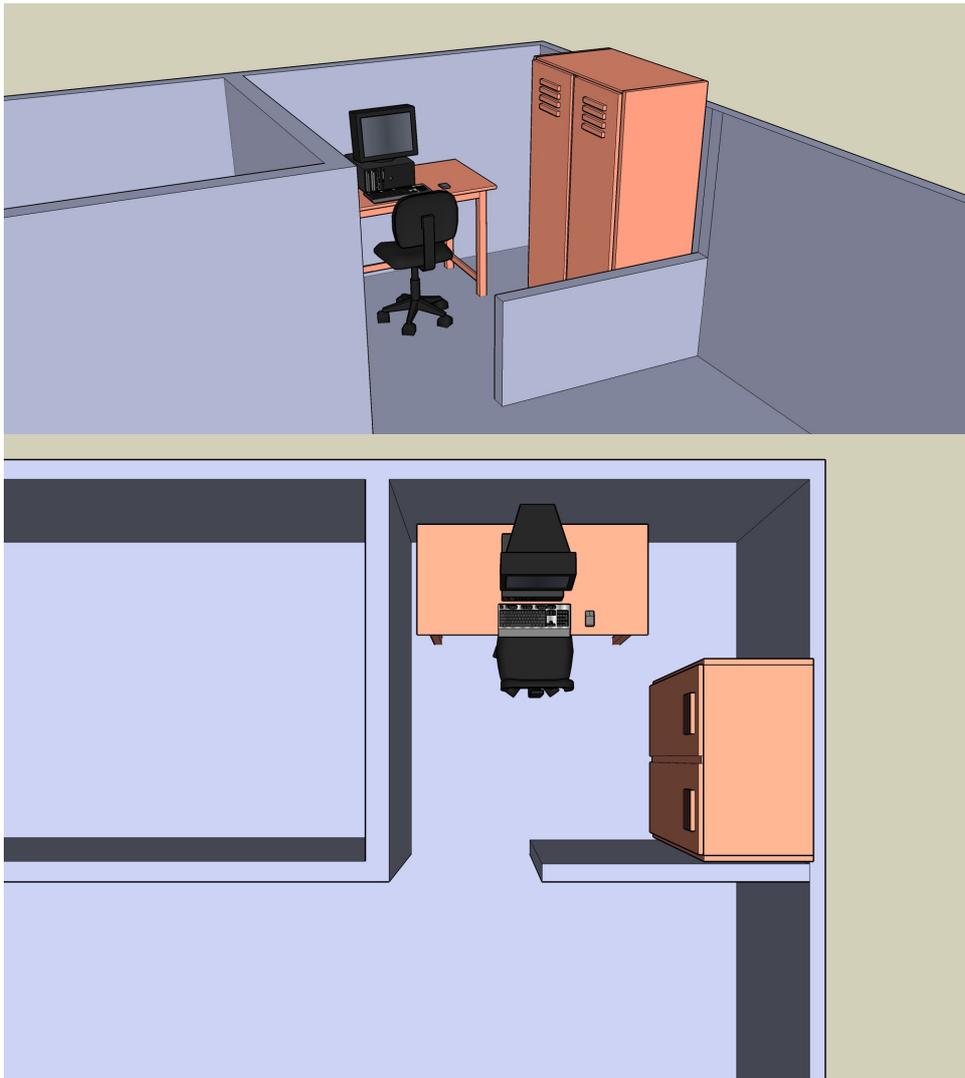


Figura 9.3: Conceito – material bibliográfico

#### Requisito

O local para a realização do levantamento bibliográfico deve conter um armário com prateleiras para a acomodação das farmacopéias (compêndio oficial) e uma mesa com computador e impressora para a consulta e impressão de artigos científicos. Esta mesa deverá possuir espaço também para o apoio de documentos e livros. A cadeira deverá apresentar regulagens de assento, encosto e de apoios para os braços. O local deve possuir uma ligação, através de uma porta, com o laboratório que realiza a cromatografia.

## 9.2 Preparação da fase-móvel



Figura 9.4: Fase-móvel

A fase-móvel é a mistura de solventes que abastecerá o aparelho cromatógrafo. Sua preparação é iniciada no almoxarifado para selecionar e coletar os solventes que serão utilizados. Após a identificação dos solventes, o analista os leva para a bancada ou para a sala de lavagem, no laboratório. Em seguida, pega-se a proveta para fazer a medição e o *becher* para, depois, misturar os solventes, ambos no armário de vidrarias. Feita a medição dos solventes, ocorre a mistura no *becher* sob a bancada. Depois, prepara-se o processo de filtração, onde são utilizados o *kitassato*, localizado no armário de vidrarias, e a membrana de celulose, situada no armário de acessórios. Depois da filtragem, a fase-móvel é vertida no frasco de quatro litros situado na sala de lavagem. O frasco é levado para o aparelho ultrassom para a retirada de qualquer bolha gasosa, permanecendo ali durante vinte minutos. Neste intervalo de tempo, é selecionada no almoxarifado a coluna cromatográfica que será utilizada no cromatógrafo, e instala-se a coluna e programa-se o equipamento para as condições de análise. A fase-móvel finalizada é instalada no equipamento CLAE, e este é ligado para condicionar a coluna para o recebimento das amostras e para a realização dos ensaios.

### 9.2.1 Recomendações

Devido à produção de vapores tóxicos, a fase-móvel deve ser preparada no equipamento capela, instalado dentro do laboratório onde ocorre a cromatografia, próximo aos cromatógrafos e ao ultrassom, a fim de evitar inalação de vapores tóxicos produzidos pelo manuseio dos solventes que provocam danos à saúde do operador e reduzir o deslocamento e o desgaste físico dos analistas na preparação da fase-móvel.

Instalar o almoxarifado com exaustor e armários feitos de material antifogo no mesmo ambiente do laboratório, com uma porta interligando os dois ambientes e com o objetivo de evitar a acumulação de vapores tóxicos e de diminuir o risco de incêndio.

Os cromatógrafos devem ser instalados no mesmo ambiente do laboratório, onde são preparadas a fase-móvel e as amostras com a finalidade de otimizar o fluxo produtivo.

Aquisição de cadeiras adequadas às atividades (regulagens para assento, encosto e apoio de braço), em todos os postos de trabalho, com a intenção de reduzir os riscos de lesão corporal nos funcionários e evitar postura forçada.

### 9.2.2 Padrão conceitual (Fase- móvel)



Figura 9.5: Conceito – fase-móvel



Figura 9.6: Conceito – arranjo físico

### Requisito

Todo o processo de preparação da fase-móvel deve ser realizado no equipamento capela devido à produção de vapores tóxicos produzidos a partir do manuseio dos solventes. A capela necessita ser instalada dentro do laboratório, próxima ao posto de trabalho de cromatografia líquida, onde são instalados os cromatógrafos, e do equipamento ultrassom.

O almoxarifado deve possuir exaustor e armários com material antifogo para evitar a acumulação de vapores tóxicos e diminuir o risco de incêndio. O local deve possuir uma ligação, através de uma porta, com o laboratório que realiza a cromatografia, se possível, próxima à capela.

É recomendável o uso de cadeira, com regulagens nos assentos, encosto e nos apoios de braço, para realizar a preparação da fase-móvel.

### 9.2.3 Recomendações

Diminuir a altura do equipamento cromatógrafo líquido com outra configuração, a fim de facilitar a instalação do frasco da fase-móvel e evitar a postura forçada e diminuir o risco de lesão.

### 9.2.4 Padrão conceitual (Cromatógrafo líquido)

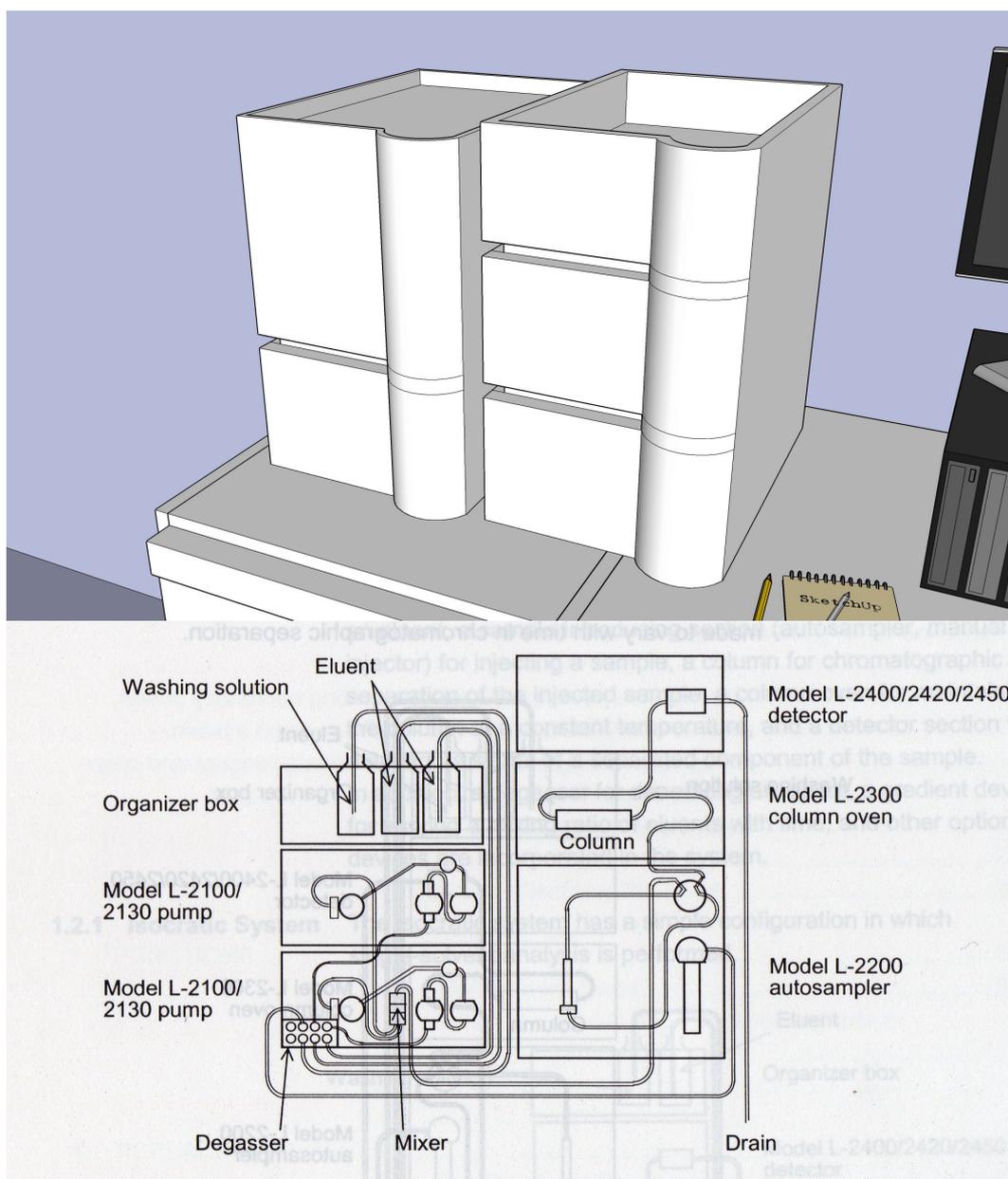


Figura 9.7: Conceito – configuração do cromatógrafo líquido

## **Requisito**

A configuração física do cromatógrafo líquido de alta eficiência deve ser com duas torres para facilitar a instalação da fase-móvel.

É recomendável o uso de cadeira, com regulagens nos assentos, encosto e nos apoios de braço, para realizar a preparação da fase-móvel.

### 9.3 Preparação das amostras



Figura 9.8: Pesagem e filtração

As amostras são preparadas quando o analista vai à sala de retenção e coleta os medicamentos que contêm as substâncias que serão analisadas. O analista coloca os medicamentos ao lado da balança e pega os balões volumétricos no armário de vidrarias e deixa-os também ao lado da balança. À medida que os medicamentos são pesados, eles são colocados nos balão volumétrico, onde são diluídos. Durante a pesagem, anotações são feitas em um livro de registro (*log book*), onde são registrados os pesos encontrados em cada medicamento. Em seguida, os medicamentos diluídos são filtrados na bancada com o auxílio de uma seringa, membranas e *vial's* (pequenas ampolas) que ficam situadas no armário de acessórios. Terminada a preparação das amostras, os *vial's* são instalados no interior do cromatógrafo líquido e é iniciado o ensaio cromatográfico.

#### 9.3.1 Recomendações

Instalação do equipamento balança no posto de trabalho, cujo mobiliário possua espaços para o equipamento e para o apoio dos balões volumétricos, medicamentos e do livro de registro, ao lado do posto onde o é feita a filtração dos medicamentos, a fim de proporcionar conforto para os analistas e otimizar a tarefa de pesagem e filtragem.

Aquisição de cadeiras adequadas à atividade (regulagens para assento, encosto e apoio de braço) é fundamental para evitar a postura forçada e risco de lesão física nos analistas.

### 9.3.2 Padrão conceitual (Amostras)



Figura 9.9: Conceitos – postos de trabalho: balança e filtração

## **Requisito**

O equipamento balança deve ser instalado em posto de trabalho, cujo mobiliário tenha espaço suficiente sobre a bancada, para uma boa acomodação do próprio equipamento, dos balões volumétricos, medicamentos e do livro de registro. Ao lado desse posto, deve haver outro posto de trabalho para realizar a filtração dos medicamentos (preparo de amostras).

Em ambos os postos, as cadeiras devem ser adequadas à atividade, ou seja, com regulagem de assento, encosto e de apoio de braço.

## 9.4 Análise cromatográfica



Figura 9.10: Análise cromatográfica

Primeiro, o analista formata, no mesmo computador ligado ao cromatógrafo, documentos para receber os resultados da análise cromatográfica. Com os resultados gerados na forma de gráficos e dados, eles são interpretados, calculados e analisados, ainda no computador, para identificar possíveis falhas na análise. Em seguida, os resultados são colocados nos documentos formatados e enviados à Responsável Técnica. A responsável faz a verificação dos resultados. Com a aprovação, ela elabora o boletim analítico e envia-o para o analista. Este, por sua vez, com base no boletim, elabora o laudo técnico no computador do cromatógrafo e o entrega à Responsável Técnica.

### 9.4.1 Recomendações

Aquisição de mobiliário adequado (cadeiras com regulagem para assento, encosto e apoio de braços), com a finalidade de evitar postura forçada, diminuir o risco de lesão e proporcionar conforto aos analistas. Associada à adequação do mobiliário,

deve realizar-se nova disposição dos equipamentos no posto de trabalho e providenciar-se a aquisição de monitores LCD e a instalação dos CLAE's, em um ambiente adequado, para proporcionar melhor fluxo de pessoas.

#### 9.4.2 Padrão conceitual (Cromatografia)



Figura 9.11: Conceito – cromatografia líquida

## **Requisito**

A arrumação dos equipamentos (cromatógrafos, computadores, monitores, impressoras e *nobreaks*) deve ser feita com a participação dos operadores e, para haver espaço sobre a bancada para o apoio de documentos e livros, os computadores e monitores, se possível, devem ser compactos e de LCD, respectivamente.

Todo o mobiliário do posto de trabalho deve ser adequado às atividades com cadeiras que possuam regulagem para assento, encosto e para apoio de braços.

O número de cromatógrafos líquidos de alta eficiência deve ser proporcional ao tamanho físico do ambiente (laboratório) e ao mobiliário instalado.

## **9.5 Ambiente**

### **Primeiro laboratório**

O laboratório de equivalência farmacêutica (Figura 3.1) fica localizado no campus da FIOCRUZ e possui uma área física dividida em três seções: gerência, administração e o próprio laboratório. Este último é constituído de uma sala de retenção de medicamentos, uma sala para lavagem de vidrarias, uma extensão que ocupa parte de outro laboratório. Localizado em frente, no lado oposto do corredor do prédio, o almoxarifado, a capela e a sala principal.

### **Segundo laboratório**

O laboratório de equivalência farmacêutica (Figura 3.2), também localizado no campus da FIOCRUZ, possui a mesma área física que a do laboratório anterior, dividida em três seções: gerência, administração e o próprio laboratório. A distinção entre eles é que o segundo possui uma sala onde estão instalados os cromatógrafos líquidos. As demais partes são as mesmas que a do primeiro laboratório: uma sala de retenção de medicamentos, uma sala para lavagem de vidrarias, uma extensão que ocupa parte de outro laboratório localizado em frente, no lado oposto do corredor do prédio, o almoxarifado, a capela e a sala principal.

### **Terceiro laboratório**

O laboratório de desenvolvimento e validação analítica (Figura 3.3 e 3.4) está localizado ao lado dos laboratórios anteriores. Neste laboratório foi considerada a área referente à tarefa da cromatografia, totalizando duas áreas: o próprio laboratório e a sala dos analistas. A sala dos analistas é a mesma do primeiro e segundo laboratórios. O laboratório possui duas partes: a sala da cromatografia e a sala principal onde estão localizados os demais aparelhos e artefatos que abastecem o processo cromatográfico. As duas salas pertencem ao mesmo ambiente arquitetônico, com ligação através de uma porta.

### 9.5.1 Recomendações

Novo arranjo físico dos mobiliários, equipamentos e das áreas que compõem os laboratórios, a fim de proporcionar melhor eficiência produtiva do fluxo de atividades.

### 9.5.2 Padrão conceitual (Espaço)



Figura 9.12: Conceito – espaço

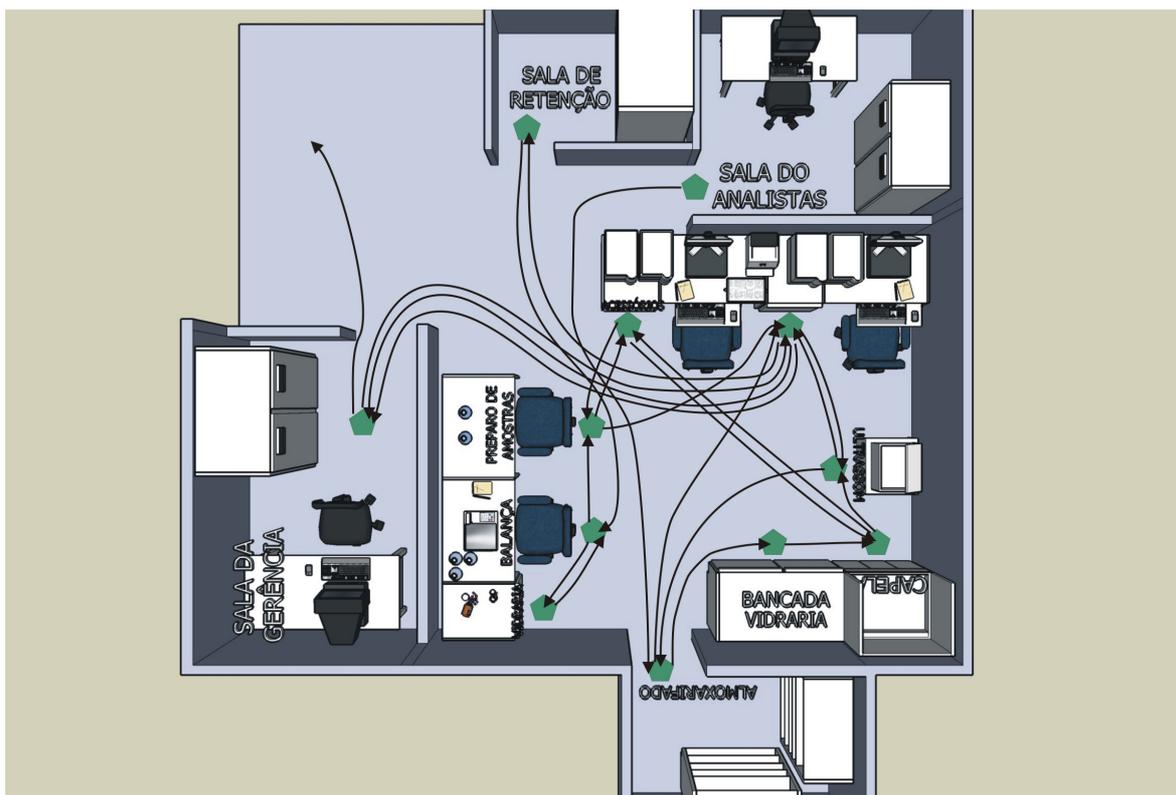


Figura 9.13: Fluxo de atividades – conceito

## Requisito

Todos os ambientes que fazem parte do processo de cromatografia líquida devem estar ligados fisicamente, através de portas, com o laboratório. Os postos de trabalho pertencentes ao processo de preparação da fase-móvel, de preparo de amostras e de análise cromatográfica, e seus respectivos equipamentos, devem ser organizados em um único ambiente com uma proximidade entre eles. É aconselhável que eles sejam direcionados para um ponto central comum.

Os armários de vidraria e acessórios devem sempre estar no posto, ou próximo ao posto da preparação da fase-móvel, do preparo das amostras e da cromatografia.

As distâncias entre os diversos postos devem ser suficientes para que uma ou mais pessoas possam circular com conforto e segurança.

Na estruturação do Padrão Conceitual Espaço, os demais Padrões apresentados anteriormente compõem o atual Padrão Espaço. Agrupados, eles resultam no conceito acima.

## CAPÍTULO 10 CONCLUSÃO

No início da preparação da dissertação, com a coleta de dados, as visitas nos laboratórios e a análise das informações obtidas, uma grande dúvida pairava sobre este trabalho. Não se sabia, até então, a que resultados ele conduziria. Como o tema central era caracterizado como desconhecido, até então, ocorreu por parte do autor um pouco de hesitação diante da abordagem de um tema tão importante. Com um melhor conhecimento da situação de trabalho em laboratórios e com as orientações dos Professores do laboratório GENTE/COPPE, foi-se delineando um caminho coerente para desenvolver os Padrões Conceituais de Projeto. A partir desse momento, a cadência do desenvolvimento da dissertação que, no caso, foi evoluindo com cada vez mais sustentação. As dúvidas presentes, no início, foram se esvaindo com a visualização de possíveis resultados. O tema e o propósito da dissertação foram elucidados e conseguiu-se chegar a resultados satisfatórios e esperados.

Um aspecto que não pode ser esquecido é a construção social com os funcionários dos laboratórios. Desde o início, eles colaboraram integralmente para que fosse possível produzir a dissertação. Em todos os momentos da análise ergonômica e da ação conversacional, eles contribuíram para que todas as observações fossem feitas e para a compreensão de todo o sistema. Eles não omitiram ou faltaram com a verdade em nenhum momento. Foi devido a todo o apoio do corpo técnico dos laboratórios é que houve a possibilidade de concluir a dissertação.

No desenvolvimento deste trabalho, houve um momento em que se notou a necessidade do uso de programas de modelagem 3D para expor os conceitos gerados dos padrões conceituais de projeto. Era necessário um programa de fácil modelagem virtual e que apresentasse um *rendering* com boa qualidade. Os programas usualmente utilizados, como o 3D *StudioMax*, *Rhinoceros* e *SolidWork*, exigem do usuário bastante prática e domínio das ferramentas do programa para obter-se um bom resultado. Como o autor desta dissertação possui pouco domínio dos programas citados, ocorreu esse entrave no momento de explicitar os padrões conceituais. Para solucionar esse obstáculo, utilizou-se o programa *SketchUp* da Google. É um programa gratuito e que possui uma interface e emprego muito práticos e de fácil compreensão. O *rendering* do programa, ou seja, a imagem gerada a partir da modelagem não se aproxima da

qualidade de uma fotografia; todavia, atendeu de maneira satisfatória para alcançar-se uma plena compreensão da imagem dos conceitos.

Ainda relacionadas aos programas de modelagem 3D, as imagens geradas no *SketchUp* não possuem um avatar (ser humano virtual) devido à dificuldade de modelar um ser humano. Há programas, como o *3D StudioMax* e *Poser*, que possuem avatares prontos, porém sua manipulação é muito difícil, o que, novamente, exige prática e domínio do programa.

## **10.1 Resultados alcançados**

As conclusões dessa dissertação de Mestrado estão relacionadas com os objetivos deste trabalho expostos no capítulo 1. Todos eles foram alcançados; todavia, nem todos de maneira satisfatória.

O objetivo maior, elaborar Padrões Conceituais de Projeto, foi alcançado de maneira satisfatória. Os padrões desenvolvidos ilustram de modo claro e objetivo funcionamentos e sugestões de boas práticas de projeto. Eles apresentam plena adequação às atividades de cromatografia líquida e aos laboratórios estudados. Com a implementação dos padrões, os problemas e os *constraints* identificados serão suprimidos, resultando em qualidade, segurança, eficiência e conforto no processo de cromatografia, na situação e no ambiente de trabalho e, principalmente, na segurança dos que agem, no dia-a-dia, em laboratórios da Fiocruz..

A elaboração dos Padrões Conceituais proporciona aos projetistas informações que apontam boas práticas de projeto. Isso fará com que os projetos tenham uma redução de tempo de desenvolvimento e que sejam adequados e direcionados às atividades futuras dos ambientes de trabalho.

Na análise ergonômica, foi possível conhecer a realidade laboral dos laboratórios, identificar os aspectos que possuem carência de estudos de Ergonomia. No atual momento, toda a situação de trabalho é conhecida e descrita no capítulo 6. Isso foi um dos principais fatores que propiciaram bons resultados na pesquisa feita.

No Padrão Conceitual ambiente visualizou-se um conceito de arranjo físico que proporciona um melhor fluxo produtivo da cromatografia líquida. A partir desse conceito, aperfeiçoamentos serão desenvolvidos para uma melhor configuração do ambiente.

Os requisitos formulados no capítulo 9, proporcionam ao projetista e à sua equipe um desenvolvimento de projeto (ex.: postos de trabalho e arranjo físico) com maior eficácia, com qualidades de segurança e eficiência.

Todo o desenvolvimento da dissertação evidencia que, antes de iniciar-se o desenvolvimento de projeto de um posto de trabalho, processo de trabalho ou arranjo físico, é preciso considerar quais são as atividades que serão realizadas no ambiente que acolherá o projeto e as suas necessidades técnicas e ergonômicas.

Os resultados obtidos têm a função principal de contribuir com informações projetuais, que possibilitem um bom desenvolvimento de projeto de ambientes laborais eficientes, seguros, confortáveis e adequados à atividades futuras e aos operadores que ali irão trabalhar.

Destaca-se também, que esta dissertação possui um papel fundamental no desenvolvimento de Padrões Conceituais de Projeto. Como um tema incipiente na área de Ergonomia, ele vem contribuir para que futuros estudos possam compreender melhor a prática de elaborar requisitos para situações de trabalho. Os padrões fornecem informações projetuais que priorizam o bem-estar, conforto, segurança, saúde, eficiência e produtividade dos funcionários. Daí sua importância. Com a sua aplicação nos projetos de trabalho, a empresa apresentará um sistema produtivo harmônico, de qualidade e eficaz.

## **10.2 Oportunidades futuras**

As oportunidades que esta dissertação propõe são:

- ⇒ Desenvolver um método para a elaboração dos Padrões Conceituais.
- ⇒ Identificar métodos de análise da situação de trabalho mais dinâmicos que contribuam com os Padrões Conceituais de Projeto.
- ⇒ Finalizar o processo de desenvolvimento de produto nos postos de trabalho dos laboratórios, a fim de gerar novos conceitos e soluções.
- ⇒ Elaborar documentos com uma formatação própria para admitir os padrões.
- ⇒ Aplicar nos laboratórios de Farmanguinhos – FIOCRUZ, objetos de estudo desse trabalho, as recomendações e os requisitos engendrados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J. I., 2000, “Reestruturação Produtiva e Variabilidade do Trabalho: Uma Abordagem da Ergonomia”, *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, vol. 16 n. 1, pp. 049-054.

ALEXANDER, C. *et.al.*, 1977, *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*. New York: Oxford University Press.

\_\_\_\_\_. *The Timeless Way of Building.*, 1979, New York: Oxford University Press.

BAXTER, M. R., 2003, *Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos*. São Paulo: 2ª edição – Edgard Blücher Ltda.

BÉGUIN, P., 2007, “O ergonomista, ator da concepção”, In: FALZON, P. *Ergonomia*. Capítulo 22, São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

BÉGUIN, P., DANIELLOU, F., 2007, “Metodologia da ação ergonômica: abordagens do trabalho real”, In: FALZON, P. *Ergonomia*. Capítulo 20, São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

BLOMÉ, M., JOHANSSON, C. R., ODENRICK, P., 2006, “Visualization of ergonomic guidelines –A comparison of two computer aided systems to support vehicle design”, *Industrial Ergonomics*, vol. 36, pp. 571-580.

BONFATTI, R. J., 2004, *Bases Conceituais para o Encaminhamento das Interações Necessárias à Análise Ergonômica do Trabalho*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

BURNS, C. M. *et al.*, 1997, “Towards viable, useful and usable human factors design guidance”, *Applied Ergonomics*, vol. 28, n. 5/6, pp. 311-322.

CHAPANIS, A., 1995, “Ergonomics in product development: a personal view.” *Ergonomics*, vol. 38, n.º 8, pp. 1625-1638.

CIENFUEGOS, F., VAITSMAN, D., 2000, *Análise Instrumental*, Rio de Janeiro: Interciência.

CLOT, Y., 2007, “Trabalho e sentido do trabalho”, In: FALZON, P. *Ergonomia*. Capítulo 19, São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

CORLETT, E. N. e CLARK, T. S., 1995, *The Ergonomics of Workspaces and Machines: A design manual*. Florida: 2ª edição – CRC PRESS.

COUTO, H., 2002, *A. Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 lições*. Belo Horizonte: Ergo.

DANIELLOU, F., 2007, “A Ergonomia na condução de projetos de concepção de sistemas de trabalho”, In: FALZON, P. *Ergonomia*. Capítulo 21, São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

\_\_\_\_\_, 2002, “Métodos em Ergonomia de concepção: A análise de situações de referência e a simulação do trabalho”, In: DUARTE, F. *Ergonomia e Projeto na indústria de processo contínuo*. Capítulo 3, Rio de Janeiro: COPPE/RJ: Lucerna.

DANIELLOU, F., LAVILLE, A., TEIGER, C., 1983 *Fiction et réalité du travail ouvrier*. Cahiers Français de la Documentation Pédagogique, n.209.

DAS, B., SENGUPTA, A. K., 1996, “Industrial workstation design: A systematic ergonomics approach”. *Applied Ergonomics*, vol. 27, n. 3, pp. 157-163.

DEJEAN, P. H., NAËL, M., 2007, “Ergonomia do produto”, In: FALZON, P. *Ergonomia*. Capítulo 28, São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

DEJOURS, C., 2002, *O fator humano*. Trad. Maria Irene S. Betiol e Maria José Tonelli. Rio de Janeiro: FGV.

DUARTE, F., 2002, “Complementaridade entre Ergonomia e engenharia em projetos industriais”, In: DUARTE, F. *Ergonomia e Projeto na indústria de processo contínuo*. Capítulo 1, Rio de Janeiro: COPPE/RJ: Lucerna.

DUARTE, F., GOLDENSTEIN, M., 1996, “O layout como imagem da organização do trabalho: a participação da Ergonomia no projeto de salas de controle”, *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, São Paulo.

FALZON, P., 2007, “Natureza, objetivos e conhecimentos da Ergonomia: Elementos de uma análise cognitiva da prática”, In: FALZON, P. *Ergonomia*. Capítulo 1, São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

FIEDLER, N. C. *et al.*, 2009, “Otimização do layout de marcenarias no sul do Espírito Santo baseado em parâmetros ergonômicos e de produtividade”, *Árvore*, vol. 33, n. 1, pp. 161-170.

FLEURY, A., 2008 “O que é Engenharia de Produção?”, In: BATALHA, M. O. *Introdução à Engenharia de Produção*. Capítulo 1, Rio de Janeiro: Elsevier.

FONSECA, B. B., 2009, *Análise ergonômica do trabalho em um posto de trabalho no laboratório de equivalência farmacêutica em Farmanguinhos – Fundação Oswaldo Cruz*. Rio de Janeiro, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Especialização Superior em Ergonomia, PEP-COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

GARRIGOU, A. *et al.*, 1995, “Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity”, *Industrial Ergonomics*, vol. 15, pp. 311-327.

GUÉRIN, F. *et al.*, 2001, *Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da Ergonomia*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

HARTLEY, John R., 1998, *Engenharia Simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos*. Trad. Francisco José Soares Horbe. Porto Alegre: Bookman.

HASLEGRAVE, C. M., HOLMES, K., 1994 “Integrating ergonomics and engineering in the technical design process”, *Applied Ergonomics*, vol. 25, pp. 221-220.

IEA. *Definição Internacional de Ergonomia*, 2009. Disponível em: <<http://www.iea.cc/>>. Acesso em 20 setembro 2009.

IIDA, I., 1990 *Ergonomia: Projeto e Produção*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

ISO 13407:1999(E). *Human-centred design processes for interactive systems*.

IUPAC. *Definição Internacional de Cromatografia*. Disponível em: <<http://www.iupac.org/>>. Acesso em 15 outubro 2009.

KLIEMANN, A. H *et al.*, 1998, “Guia de referência para layout em escritório envolvendo aspectos ergonômicos”, *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Rio de Janeiro.

MARSOT, J., 2005, “QFD: a methodological tool for integration of ergonomics at the design stage”, *Applied Ergonomics*, vol. 36, pp. 1985-192.

MARTIN, C., 2007, “O ergonomista nos projetos arquitetônicos”, In: FALZON, P. *Ergonomia*. Capítulo 25, São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

MILLANVOYE, M., 2007, “As ambiências físicas no posto de trabalho”, In: FALZON, P. *Ergonomia*. Capítulo 6, São Paulo: Edgard Blücher Ltda.

MIRKA, G. A., 2005, “Development of an ergonomics guideline for the furniture manufacturing industry”, *Applied Ergonomics*, vol. 36, pp. 241-247.

ROZENFELD, H *et al.*, 2006, *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo*. São Paulo: Saraiva.

SANTOS, M. S., 2007, *Ergonomia de Locais de Trabalho - Apostila do Módulo de Projetos – Ergonomia de Concepção do CESERG – Curso de Especialização em Ergonomia da COPPE/UFRJ* (Coordenador Mário Cesar R. Vidal).

\_\_\_\_\_, 2009, “Ferramentas de Facilitação em Ergonomia de Concepção – A Aplicação de Mapas Conceituais e Padrões na Ação Projetual”, *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Bahia.

SLACK, N; CHAMBERS, S.; JONHSTON, R., 2007, *Administração da Produção*. São Paulo: 2ª edição – Atlas S.A..

VIDAL, M. C. R., 2002, *Ergonomia na empresa: útil, prática e aplicada*. Rio de Janeiro: 2ª edição – Virtual Científica.

\_\_\_\_\_, 2008, *Guia para Análise Ergonômica do Trabalho (AET) na empresa: uma metodologia realista, ordenada e sistematizada*. Rio de Janeiro: 2ª edição – Virtual Científica.

WISNER, A., 1987a, *A inteligência no trabalho: Ergonomia, método e técnicas*. São Paulo: FTD/Oboré.

\_\_\_\_\_, 1990, “A metodologia em Ergonomia: de ontem a hoje”, *Revista Performances Humaines & Techniques*, n.º 50, pp. 32-38.

\_\_\_\_\_, 1987b, *A. Por dentro do trabalho*. São Paulo: FTD/Oboré.

WULFF, I. A., WESTGAARD, R. H., RASMUSSEN, B., 1999, “Ergonomic criteria in large-scale engineering design – I management by documentation only? Formal organization vs. designer’ perceptions”, *Applied Ergonomics*, vol. 30, pp. 191-205.