

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Aline da Silva Argenta

**SISTEMÁTICAS DE GESTÃO DE LAYOUT PARA APRIMORAMENTO DOS
FLUXOS DE UMA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA**

Porto Alegre

2017

Aline da Silva Argenta

**SISTEMÁTICAS DE GESTÃO DE LAYOUT PARA APRIMORAMENTO DOS
FLUXOS DE UMA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Pesquisas em Gestão de Operações em Universidades Públicas Federais.

Orientador: Prof. Michel J. Anzanello, PhD.

Porto Alegre

2017

CIP - Catalogação na Publicação

Argenta, Aline da Silva
Sistemáticas de gestão de layout para
aprimoramento dos fluxos de uma biblioteca
universitária / Aline da Silva Argenta. -- 2017.
89 f.
Orientador: Michel J. Anzanello.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre,
BR-RS, 2017.

1. Biblioteca universitária. 2. Layout. 3.
Planejamento sistemático de layout (SLP). 4. Close
Neighbor Algorithm (CNA). I. Anzanello, Michel J.,
orient. II. Título.

Aline da Silva Argenta

**SISTEMÁTICAS DE GESTÃO DE LAYOUT PARA APRIMORAMENTO DOS
FLUXOS DE UMA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Michel J. Anzanello, Ph.D.

Orientador

Prof. Flávio Sanson Fogliatto, Dr.

Coordenador PPGE/UFGRS

Banca Examinadora:

Professora Carla Schwengber ten Caten, Dra. (PPGEP/UFGRS)

Professor Guilherme Luz Tortorella, Dr. (PPGEP/UFSC)

Professora Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco, Dra. (PPGEP/UFGRS)

**À minha família, princípio e fim de tudo,
dedico este trabalho.**

AGRADECIMENTOS

São muitos a agradecer:

Deus, pela oportunidade de estar aqui, aprendendo e me tornando um ser melhor a cada dia.

Minha família, pelo apoio nos momentos difíceis, pela compreensão da necessidade de afastamento nos momentos de estudo e por todo o incentivo recebido!

Meu marido, por tudo o que somos juntos e por tudo o que fizeste por mim, nenhum agradecimento seria suficiente!

Minha filha, por compreender que, às vezes, a mamãe precisava estudar ao invés de brincar ou apenas estar junto. Te amo mais que tudo!

Meu orientador, Prof. Michel J. Anzanello, pelo incentivo e pelas sugestões sempre pertinentes.

Colegas do GOUPF, pelas conversas, pelo incentivo, pelo apoio, pelos churrascos... Com certeza esta caminhada seria bem mais pesada sem vocês!

Professores do PPGEF, pelos conhecimentos e por sua disponibilidade em transmiti-los aos alunos.

Colegas da Biblioteca da Faculdade de Farmácia da UFRGS, pelo incentivo e apoio nesta jornada.

Faculdade de Farmácia da UFRGS, pela acolhida e apoio na realização desta pesquisa.

Colegas da Biblioteca da Escola de Engenharia, em especial June, Vera, Deise, Inês, Sílvia, Kismara, Neusa, Rosane, Gilberto.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que esta etapa fosse cumprida.

Você sobreviveu a 100% dos seus piores dias.

Autor desconhecido

RESUMO

O setor de serviços tem fundamental importância para a economia global, porém o layout de organizações deste setor tipicamente não é abordado com a mesma intensidade com que se discute arranjo físico em ambientes industriais. O objetivo desta dissertação reside na aplicação de sistemáticas de concepção de layout com vistas ao planejamento e aprimoramento do arranjo físico e agrupamento de recursos de uma biblioteca. Como objetivos específicos, traz a aplicação do planejamento sistemático de layout (SLP) para o posicionamento de recursos e organização dos fluxos de uma biblioteca, e a adaptação do algoritmo *Close Neighbor* para agrupamento de materiais bibliográficos (livros) em prateleiras de acordo com sua área de abrangência. Para tanto, inicialmente apresentam-se as características da Biblioteca da Faculdade de Farmácia da UFRGS (local de aplicação do estudo), a análise da movimentação de pessoas e de materiais, a abordagem proposta e as diretrizes para organização do arranjo físico da biblioteca e do acervo de livros. Dentre outros procedimentos operacionais, fez-se necessária a realização de reuniões com a equipe da biblioteca e com a direção da Faculdade de Farmácia, visando a estabelecer prioridades e definir características desejadas para o arranjo físico do espaço em estudo. Na sequência, implantou-se a proposta de layout selecionada, seguida de uma discussão acerca do desempenho da biblioteca antes e depois da implantação do novo layout; tal discussão foi baseada tanto em resultados numéricos (análise quantitativa) como na percepção da equipe envolvida (análise qualitativa).

Palavras-chave: Biblioteca universitária. Layout. Planejamento Sistemático de Layout (SLP). *Close Neighbor Algorithm* (CNA).

ABSTRACT

The service sector is of fundamental importance to the global economy, but the layout of organizations in this sector is typically not approached with the same intensity with which physical arrangement is discussed in industrial environments. The objective of this dissertation is to apply layout design systematics with a view to planning and improving the physical arrangement and grouping of library resources. As a specific goal, the application of systematic layout planning (SLP) for the positioning of resources and organization of a library's flows, and the adaptation of the Close Neighbor algorithm for grouping bibliographic materials (books) into shelves according to their area of comprehensiveness. In order to do so, the characteristics of the Library of the Faculty of Pharmacy of UFRGS (place of application of the study), the analysis of the movement of people and materials, the proposed approach and the guidelines for the organization of the physical arrangement of the library and of the collection of books. Among other operational procedures, it was necessary to hold meetings with the library staff and the Faculty of Pharmacy, in order to establish priorities and define desired characteristics for the physical arrangement of the space under study. Next, the selected layout proposal was implanted, followed by a discussion about the library's performance before and after the implementation of the new layout; such a discussion was based on both numerical results (quantitative analysis) and the perception of the team involved (qualitative analysis).

Keywords: University library. Layout. Systematic Layout Planning (SLP). Close Neighbor Algorithm (CNA).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Procedimento do SLP	31
Figura 2 – Diagrama de relacionamentos das SPUs.....	51
Figura 3 – Diagrama de relacionamentos e espaço	52
Figura 4 – Planta atual da BIBFAR	54
Figura 5 – Layout da proposta 1.....	58
Figura 6 - Layout da proposta 2	60
Figura 7 - Layout da proposta 3	62
Figura 8 - Layout da proposta 4	64
Figura 9 - Layout da proposta 5	66
Figura 10 - Layout da proposta 6	68
Figura 11 - Salas de estudo em grupo	70
Figura 12 - Setor de processamento técnico.....	70
Figura 13 - Sala de estudo individual	71
Figura 14 – Matriz inicial A (livros na configuração atual das estantes)	72
Figura 15 - Matriz B – agrupamento estágio 1	72
Figura 16 – Critérios de decisão para reordenação da matriz A	73
Figura 17 – Matriz A intermediária, com linhas reordenadas após estágio 1	73
Figura 18 – Reordenamento das colunas, fase 1 do estágio 2	73
Figura 19 – Reordenamento das colunas, fase 2 do estágio 2	74
Figura 20 – Matriz solução	74
Figura 21 – Aplicação conjunta das ferramentas	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e limitações dos tipos de layout	25
Quadro 2 - Tipologia de ambientes físicos de serviços	26
Quadro 3 - Reordenação da matriz A do exemplo	38
Quadro 4 - Reordenamento das colunas (estágio 2).....	40
Quadro 5 – Comparativo entre as propostas de layout	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz inicial A	37
Tabela 2 - Matriz B	37
Tabela 3 - Matriz A intermediária, com linhas reordenadas	39
Tabela 4 - Matriz solução	41
Tabela 5 – Volume médio de usuários por turno.....	49
Tabela 6 – Usuários em potencial.....	49
Tabela 7 – Volume médio mensal de operações na biblioteca	49
Tabela 8 - Comparativo layout atual <i>versus</i> proposta 1	57
Tabela 9 - Comparativo layout atual <i>versus</i> proposta 2	59
Tabela 10 - Comparativo layout atual <i>versus</i> proposta 3	61
Tabela 11 - Comparativo layout atual <i>versus</i> proposta 4	63
Tabela 12 - Comparativo layout atual <i>versus</i> proposta 5	65
Tabela 13 - Comparativo layout atual <i>versus</i> proposta 6	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SBUFRGS – Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

FACFAR – Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BIBFAR – Biblioteca da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SLP – *Systematic Layout Planning*, ou Planejamento Sistemático de Layout

CNA – *Close Neighbor Algorithm*

FDC – Formação Diversificada Complementar

SPI - *Space Planning Identifiers*

SPU - *Space Planning Units*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	14
1.2	JUSTIFICATIVA DO TEMA	15
1.3	OBJETIVOS	17
1.4	MÉTODOS DE PESQUISA.....	17
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
1.6	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	DEFINIÇÕES DE LAYOUT.....	21
2.1.1	Seleção de Layout	21
2.1.2	Tipos de Layout	22
2.2	LAYOUT EM SERVIÇOS	25
2.2.1	Características das Organizações de Serviços	26
2.2.2	Características dos Tipos de Layout em Serviços	27
2.2.3	Impacto do Layout em Ambientes de Biblioteca	28
2.3	PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT (SLP).....	30
2.3.1	Conceito e Detalhamento do Planejamento Sistemático de Layout	30
2.3.2	Aplicações em Serviços.....	34
2.4	CLOSE NEIGHBOUR ALGORITHM (CNA)	35
2.4.1	O Algoritmo CNA	35
2.4.2	Aplicações Práticas do Algoritmo CNA	41
3	MÉTODO	43
3.1	FASE SLP	43
3.1.1	Fase de Análise.....	43
3.1.2	Fase de Pesquisa.....	44
3.1.3	Fase de Seleção.....	45

3.2	FASE CNA	45
4	ESTUDO DE CASO	48
4.1	APLICAÇÃO DO SLP NO APRIMORAMENTO DO LAYOUT DA BIBLIOTECA	48
4.1.1	Fase de Análise.....	48
4.1.2	Fase de Pesquisa.....	52
4.1.3	Fase de Seleção.....	69
4.2	CNA: AGRUPAMENTO E ORGANIZAÇÃO DOS LIVROS DE ACORDO COM O MÓDULO A QUE PERTENCEM.....	71
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
	REFERÊNCIAS	80
	APÊNDICE A – Matriz inicial A (livros na configuração atual das estantes)	86
	APÊNDICE B – Matriz A intermediária, com linhas reordenadas após estágio 1	87
	APÊNDICE C – Reordenamento das colunas, fase 1 do estágio 2	88
	APÊNDICE D – Reordenamento das colunas, fase 2 do estágio 2	89
	APÊNDICE E – Matriz solução	90

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Brasil possui 2.885 instituições de ensino superior registradas no Ministério da Educação (MEC) (dados de outubro de 2017). De acordo com a sua organização acadêmica, essas instituições podem ser classificadas como universidades, centros universitários ou faculdades. No que diz respeito à sua categoria administrativa, podem ser públicas (vinculadas aos governos federal, estadual ou municipal) ou privadas. Deste total de instituições, 326 são públicas, onde são oferecidos cursos de graduação, sequenciais, de extensão e de pós-graduação. Dessas 326, 10 estão localizadas no Rio Grande do Sul, 15 no Paraná e 9 em Santa Catarina (BRASIL, 2017).

Em instituições de ensino superior, como as indicadas, as bibliotecas visam atender as necessidades informacionais e educacionais de um público específico, e baseados nesse público são desenvolvidos os serviços para atender as necessidades da demanda. As bibliotecas universitárias prestam serviços à comunidade interna composta por discentes, docentes, servidores técnicos administrativos e, por extensão, à comunidade em geral (FAQUETI; ALVES; STEIL, 2015).

Dentre as instituições de ensino superior federais gaúchas, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) oferece 403 cursos de graduação e pós-graduação, com 49.856 alunos matriculados (dados de 2016). Com suporte ao ensino e pesquisa, a UFRGS dispõe de um conjunto de 32 bibliotecas para atender às mais diferentes áreas de conhecimento e demandas da comunidade acadêmica. A coordenação técnica deste conjunto é responsabilidade da Biblioteca Central, órgão suplementar da Universidade desde 1971 (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2017a).

As bibliotecas da UFRGS estão organizadas através do Sistema de Bibliotecas da UFRGS (SBUFRGS), cuja principal missão é disponibilizar infraestrutura bibliográfica, documentária e informacional para apoiar as atividades da Universidade, com foco nas necessidades dos membros da comunidade universitária. Além de atender a este grupo, o SBUFRGS tem compromisso com a sociedade como um todo,

prestando serviços que proporcionam o acesso à informação, à leitura e a outros recursos disponíveis que são instrumentos de transformação da sociedade (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2017a).

O acervo físico do SBUFRGS é composto por 747.651 livros, 47.691 e-books, 15.761 periódicos, 187.348 documentos depositados no LUME, o repositório digital da Universidade (dados de 2016). Os e-books, o LUME e também o Portal de Periódicos da CAPES permitem o acesso a uma gama maior de documentos e livros sem onerar o espaço físico das Bibliotecas (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2017a).

O espaço físico das Bibliotecas, além de comportar o acervo físico, ainda deve atender aos diversos serviços prestados (espaço para estudos individuais ou em grupo, treinamentos, consultas ao acervo, orientações diversas, entre outros). A circulação de usuários (clientes das Bibliotecas) é intensa, e um layout que adequadamente posicione os recursos e possibilite fluxos apropriados em tais setores pode tornar a experiência dos usuários mais satisfatória e propiciar uma maior produtividade dos servidores atuantes nestes locais.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA

Esta dissertação tem como tema o aprimoramento do layout e posicionamento de recursos no contexto de serviços. Para tanto, faz uso do Planejamento Sistemático de Layout (SLP), cujo estudo tem encontrado crescente aplicabilidade por conta do impacto significativo da estruturação do layout no funcionamento e desempenho desse contexto de aplicação, e do algoritmo *Close Neighbor* (CNA), com aplicação limitada em serviços, mas com potencial de apoiar na estruturação do arranjo físico, especialmente no que diz respeito ao agrupamento de recursos com demandas similares.

Em organizações de serviços, o estudo de layout é relevante do ponto de vista prático, pois afeta diretamente a percepção de qualidade dos usuários do serviço, a satisfação dos funcionários e a produtividade do sistema como um todo. De acordo com Santos, Gohr e Laitano (2012) o projeto de layout de serviços deve considerar as questões de eficiência operacional, já que esse fator tem influência direta na qualidade

global dos serviços prestados. De tal forma, entende-se que técnicas de organização de layout e agrupamento de recursos consagradas em ambientes industriais podem ser adaptadas e aplicadas no contexto de serviços, justificando a presente pesquisa em âmbito prático.

O setor de serviços vem crescendo em importância para a economia global, porém o layout dessas organizações não é abordado com a mesma intensidade com que se discute arranjo físico industrial ao se considerar pesquisas acadêmicas. Os estudos aplicados no setor de serviços, por suas características mais intangíveis, têm se focado na análise do impacto que o layout causa na percepção de qualidade de um serviço pelo cliente, não necessariamente abordando sua eficiência e produtividade.

Como serviços geralmente são produzidos e consumidos simultaneamente, e tipicamente necessitam de contato humano direto, clientes e funcionários interagem nas instalações físicas da organização. Idealmente, portanto, o espaço físico da organização deveria atender às necessidades e preferências dos funcionários e dos clientes simultaneamente (BITNER, 1992).

Em se tratando de um projeto de layout em uma estrutura em fase de reestruturação, percebe-se a possibilidade de um planejamento inicial correto, reduzindo a necessidade de retrabalhos, aumentando a produtividade e reduzindo despesas da organização. Administradores continuamente planejam, constroem, mudam e controlam o ambiente físico da organização, mas frequentemente o impacto de um design específico ou de uma mudança de design nos usuários finais das instalações não é completamente compreendido (BITNER, 1992). Assim, as bibliotecas, como organizações prestadoras de serviços, são um campo para aplicação desse tipo de estudos. E, nesse contexto, a Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul tem em andamento o projeto de reforma de sua Biblioteca (BIBFAR), e o estudo do layout desse setor poderá melhorar o fluxo de atividades e otimizar os espaços e estruturas a serem construídas.

A organização do acervo de livros de bibliotecas também é um ponto relevante para o funcionamento das mesmas. A disposição do acervo por assuntos acaba por dispersar os livros de maior circulação ou de maior interesse para determinado público. Todas as disciplinas oferecidas para cursos de graduação da UFRGS devem indicar obras para consulta dos alunos matriculados, o que faz com que esses sejam

livros mais requisitados pelos usuários. De tal forma, percebe-se que a aplicação de sistemáticas de agrupamento de recursos (livros, neste caso) de acordo com sua demanda e área de abrangência pode contribuir substancialmente com a qualidade do serviço prestado. Ranganathan (2009), renomado autor da área de Biblioteconomia, estabeleceu cinco preceitos alinhados com a necessidade de organização dos livros em bibliotecas: “Os livros são para usar; a cada leitor seu livro, a cada livro seu leitor, poupe o tempo do leitor, a biblioteca é um organismo em crescimento”. A alteração da organização dos livros indicados como bibliografia de disciplinas do curso de Farmácia da UFRGS no acervo visa a facilitar e acelerar o acesso aos mesmos, permitindo a economia do tempo do leitor mencionada por Ranganathan (2009) e também possibilitando a ampliação do uso de todas as obras indicadas, pela facilidade de localização das mesmas.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo reside na aplicação de sistemáticas de concepção de layout com vistas ao planejamento e aprimoramento do arranjo físico e agrupamento de recursos de uma biblioteca. Dentre os objetivos específicos, destaca-se (i) a aplicação do planejamento sistemático de layout (SLP) com vistas ao posicionamento de recursos e organização dos fluxos de uma biblioteca, (ii) a proposição de diversos arranjos alternativos de layout e discussão em torno de sua aplicabilidade; e (iii) a adaptação do algoritmo *Close Neighbor* para agrupamento de materiais bibliográficos (livros) de acordo com sua área de abrangência em prateleiras existentes em uma área específica do espaço em análise.

1.4 MÉTODOS DE PESQUISA

Esta dissertação utiliza uma pesquisa que visa à produção de conhecimentos para a aplicação prática, abrangendo fatos e interesses locais. Quanto à sua natureza, o presente trabalho pode ser identificado como pesquisa aplicada, onde se busca gerar conhecimentos para a solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES,

2005; VERGARA, 1998). Para Gil (2010), a pesquisa-ação é a metodologia usada para desenvolver grupos, organizações e comunidades, visando a proporcionar a aquisição de conhecimentos claros, precisos e objetivos, para alcançar resultados práticos. Neste sentido, o presente trabalho busca desenvolver uma sistemática de planejamento de layout aplicável a uma organização de serviços, com o intuito de possibilitar a melhoria dos resultados esperados para organização.

A abordagem desta pesquisa é de caráter quantitativo, a qual traduz em números as opiniões e informações para classificá-las e organizá-las. Sampieri et al. (2006) e Marconi e Lakatos (2010) afirmam que a pesquisa de enfoque quantitativo utiliza medições numéricas, coleta e análise de dados, para estabelecer com maior exatidão o comportamento de uma população. No caso deste estudo, são quantificados atendimentos, serviços prestados, espaço físico dedicado a cada setor da BIBFAR.

A técnica de pesquisa e o levantamento dos dados utilizados para elaboração desta dissertação apoia-se em pesquisa documental, caracterizada como uma fonte de coleta de dados restrita a documentos, escritos ou não (MARCONI; LAKATOS, 2010). Por trabalhar com dados coletados através de técnicas padronizadas, esta pesquisa pode ser definida, segundo Gil (2010), como descritiva. Pelo problema estudado ser de layout em uma biblioteca, o método de pesquisa é definido como estudo de caso (GIL, 2010).

O desenvolvimento da presente pesquisa será feito a partir de quatro etapas. A primeira etapa apresenta um estudo teórico sobre layout, layout em serviços e ferramentas para melhoria de layout, onde se busca conhecimentos quanto à definição, construção e aplicação de ferramentas de layout.

A segunda etapa envolve a proposição de abordagens para organização do arranjo físico referente ao projeto de reforma da Biblioteca da Faculdade de Farmácia da UFRGS. Esse estudo irá envolver a apresentação das características da instituição, o estudo da movimentação de pessoas e de materiais, da abordagem proposta e das diretrizes para organização do arranjo físico da biblioteca e do acervo de livros.

A terceira etapa apresenta a aplicação das abordagens propostas no contexto da biblioteca em estudo. Dentre outros procedimentos operacionais para realização

desta etapa, faz-se necessária a realização de reuniões com a equipe da biblioteca e com a direção da Faculdade de Farmácia para estabelecer prioridades e definir características desejadas para o arranjo físico do espaço em estudo.

A última etapa envolve a implantação da proposta de layout selecionada e a discussão dos resultados obtidos com a alteração. A modificação do layout é conduzida de acordo com as possibilidades financeiras e de infraestrutura da FACFAR. A discussão considera o cenário e o desempenho da biblioteca antes e depois da implantação do novo layout, sendo baseada tanto em resultados numéricos (análise quantitativa) como na percepção da equipe envolvida (análise qualitativa).

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, apresentados da seguinte maneira:

- a) Capítulo 1: voltado à introdução ao trabalho, apresentação do tema de pesquisa, objetivos da pesquisa, método de pesquisa, estrutura e delimitações do trabalho;
- b) Capítulo 2: desenvolve a fundamentação teórica, abordando bibliografias que tratam do tema em questão. São apresentados conceitos básicos de layout e estudos de layout em serviços, bem como das ferramentas que serão aplicadas, planejamento sistemático de layout (SLP) e *Close Neighbor Algorithm* (CNA);
- c) Capítulo 3: apresenta a abordagem proposta e as diretrizes para organização do arranjo físico de uma biblioteca;
- d) Capítulo 4: aplica a abordagem proposta no Capítulo 3 ao projeto de reforma da Biblioteca da Faculdade de Farmácia da UFRGS; e
- e) Capítulo 5: relata as considerações finais do estudo.

1.6 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Para validar as proposições desta dissertação, optou-se por analisar o projeto de reforma da Biblioteca da Faculdade de Farmácia da UFRGS. A aplicação da sistemática desenvolvida a outras bibliotecas do SBUFRGS, embora desejada, não foi realizada. A aplicação da abordagem proposta a outras bibliotecas demanda adaptações específicas, de acordo com o contexto em análise.

O estudo limita-se a estudar o arranjo de layout com vistas ao posicionamento de recursos e organização dos fluxos do projeto de reforma da referida Biblioteca, e a organização de materiais bibliográficos em prateleiras existentes em uma área específica do acervo, não sendo avaliados os custos das alterações propostas de forma detalhada. Também não foram considerados pontos relacionados à modificações e acréscimos às redes lógica e elétrica do espaço em estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica dos temas abordados nesta dissertação, passando pelos conceitos básicos de layout, layout de serviços, planejamento sistemático de layout e algoritmo *Close Neighbor*.

2.1 DEFINIÇÕES DE LAYOUT

Nesta seção são apresentados os conceitos básicos de layout.

2.1.1 Seleção de Layout

O projeto de arranjo físico é uma parte importante da estratégia da operação (CORRÊA; CORRÊA, 2012), sendo capaz de refletir e alavancar desempenhos competitivos desejáveis quando bem elaborado. Para exemplificar, existem tipos de arranjo físico que favorecem a flexibilidade das operações, os fluxos múltiplos, a customização; já há outros que favorecem a eficiência dos fluxos e do uso dos recursos. Em determinadas situações pode haver conflitos entre a obtenção de flexibilidade e eficiência (por exemplo, utilizando um projeto só de arranjo físico). Daí a necessidade de subordinar a decisão de arranjo físico à estratégia competitiva da operação (CORRÊA; CORRÊA, 2012). Monks (1987) afirma que técnicas isoladas focadas no aprimoramento de layout provavelmente não produzirão um arranjo físico ótimo, pois os layouts de instalação precisam integrar numerosas variáveis independentes, como equipamentos para manejo de materiais, localização dos canteiros, espaço de armazenagem, oficinas, sanitários e escritórios, dentre outros.

O planejamento de layout de fábrica apresenta-se como importante elemento de apoio à estratégia de manufatura das empresas no que diz respeito a produtos, processos, programação, mão-de-obra, etc. (TORTORELLA; FOGLIATTO, 2008; CHEN; HAO, 2006). Também no setor de serviços o planejamento de layout tem grande importância, pois a percepção de qualidade do cliente está intimamente ligada

ao espaço físico e ao fluxo de atividades ocorridas durante a prestação de serviços (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

A identificação das características da organização sob condições reais de tempo, espaço e informação possibilita a avaliação da alternativa de layout mais adequada (TORTORELLA; FOGLIATTO, 2008; DE CARLO et al., 2013). De tal forma, uma apropriada seleção de layout é de grande importância tanto nas organizações de manufatura quanto no setor de serviços.

2.1.2 Tipos de Layout

O layout de uma organização, independentemente do tipo de mercado ao qual se destina (manufatura ou serviços), tem impacto direto no seu desempenho, com implicações tanto práticas quanto estratégicas para a empresa. O planejamento e correto dimensionamento de espaços e atividades possibilita que materiais, pessoal e informações fluam de uma forma eficiente e segura (MONKS, 1987). Tendo em vista a competitividade necessária para a permanência das empresas no mercado, estas precisam buscar formas de reduzir os seus custos e aumentar os seus lucros. O correto planejamento do layout pode auxiliar nestes quesitos, buscando uma combinação apropriada entre os elementos que configuram as instalações industriais (como equipamentos, força de trabalho, áreas produtivas, áreas de movimentação, áreas de armazenamento, produtos, fases do processo ou serviço). Este planejamento pode ser motivado pela existência de diferentes fluxos de produção e a utilização diferenciada do espaço físico, visando a permitir o máximo rendimento dos fatores de produção (NEUMANN; FOGLIATTO, 2013).

O tipo de operação desenvolvido na organização determina os requisitos de layout e, conseqüentemente, o tipo de layout mais adequado. Podem ser listados como os tipos mais usuais de layout (tanto em manufatura quanto em serviços): layout posicional ou de posição fixa, layout funcional ou por processo, layout por produto ou linear, e layout misto (VEGA; SPIEGEL; CAULLIRAUX, 2013; KRAJEWSKI; RITSMAN; MALHORTA, 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2012). Esses quatro tipos de layout são agora detalhados:

2.1.2.1 Layout Posicional ou de Posição Fixa

Nesse tipo de layout, o local de serviço ou fabricação é fixo; os funcionários e os equipamentos vêm ao local para fazer seu trabalho. Esse tipo de arranjo faz sentido quando o produto for particularmente pesado ou difícil de mover. Um layout de posição fixa minimiza o número de vezes que o produto deve ser movido e, muitas vezes, é a única solução possível (KRAJEWSKI; RITSMAN; MALHORTA, 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2012; TOMPKINS et al., 1996). Segundo Corrêa e Corrêa (2012), trata-se de um tipo de arranjo físico cuja eficiência é baixa, porém permite um elevado grau de customização, dedicando-se, geralmente, a produtos únicos ou em muito pequenas quantidades.

2.1.2.2 Layout Por Processo ou Funcional

Esse tipo de layout é aplicado em processos de linha de frente, de tarefas com fluxos de trabalhos muito diferentes e que ocorrem intermitentemente, tendo volume baixo e personalização alta. A lógica desse tipo de arranjo é a de agrupar recursos (funcionários e equipamentos) com função ou processo similar (CORRÊA; CORRÊA, 2012; KRAJEWSKI; RITSMAN; MALHORTA, 2009). O layout por processo oferece possibilidades de lidar com diferentes roteiros para os fluxos, tornando-o bastante flexível. Por outro lado, também é fácil imaginar que esse tipo de arranjo faz com que os fluxos se cruzem quando a intensidade dos mesmos aumenta, acarretando piora na eficiência e aumento no tempo de atravessamento dos fluxos, o que privilegia a flexibilidade dos fluxos à custa da eficiência (CORRÊA; CORRÊA, 2012). Para Krajewski, Ritsman e Malhorta (2009), um desafio importante ao projetar um layout por processo é distribuir os centros de forma que eles tragam ordem aos diferentes processos com fluxo de trabalho flexíveis.

2.1.2.3 Layout Por Produto ou Linear

O layout por produto ou linear é baseado na sequência de etapas do processo de agregação de valor, sendo essa a lógica usada para arranjar a posição relativa dos recursos. Os materiais tipicamente se deslocam de uma estação de trabalho diretamente para a próxima (TOMPKINS et al., 1996). O arranjo físico por produto é mais adequado a operações que processam grandes volumes de fluxo que percorrem uma sequência muito similar, fazendo com que ocorra com eficiência máxima. Entretanto, qualquer alteração de roteiro produtivo torna-se muito difícil de ser feita. Esse tipo de layout privilegia a eficiência, sendo conseqüentemente menos flexível (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

2.1.1.4 Layout Misto

Conforme apresentado no Quadro 1, podem-se notar pontos fortes e fracos dos arranjos físicos por produto e por processo. Uma estratégia intermediária, apresentando em algumas partes da instalação características de layout por produto e em outras, layout por processo, configura o layout misto ou híbrido. É uma tentativa de conciliar as forças dos dois, buscando capitalizar as forças dos dois arranjos físicos (KRAJEWSKI; RITSMAN; MALHORTA, 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Vantagens e desvantagens dos três primeiros tipos de layout apresentados são trazidas no Quadro 1.

Quadro 1 - Vantagens e limitações dos tipos de layout

Layout Posicional ou de Posição Fixa	
Vantagens	Limitações
1 Movimentação do material é reduzida 2 Quando uma abordagem de equipe é usada, continuidade de operações e responsabilidade pelos resultados 3 Fornece oportunidades de enriquecimento de trabalho 4 Promove o orgulho e a qualidade, porque um indivíduo pode terminar o "trabalho inteiro" 5 Altamente flexível; pode acomodar mudanças no design do produto, mix de produtos e volume de produção	1 Grande movimentação de funcionários e equipamentos 2 Pode resultar em duplicação de equipamentos 3 Exige maior habilidade da equipe 4 Exige uma supervisão geral 5 Pode resultar em maior espaço físico e maior trabalho em processo 6 Requer um controle rígido e coordenação na programação da produção
Layout Por Produto ou Linear	
Vantagens	Limitações
1 Resulta em linhas de fluxo diretas, suaves, simples e lógicas 2 Pode resultar em pequeno inventário de trabalho em processo 3 Tempo total de produção por unidade é curto 4 Requisitos para manuseio de materiais são reduzidos 5 Exige pouca habilidade da equipe 6 É possível manter um controle simples da produção 7 Equipamentos com propósitos especiais podem ser usados	1 A parada de uma máquina para a linha 2 As alterações de design do produto fazem com que o layout fique obsoleto 3 A estação mais lenta dita o ritmo da linha 4 Exige uma supervisão geral 5 Frequentemente resulta em um alto investimento em equipamentos
Layout Por Processo ou Funcional	
Vantagens	Limitações
1 Aumento da utilização dos equipamentos 2 Equipamentos com propósitos gerais podem ser usados 3 Alta flexibilidade na alocação de funcionários e equipamentos 4 Requisitos para manuseio de materiais são reduzidos 5 Diversidade de tarefas para o pessoal 6 Possibilidade de supervisão especializada	1 Aumento dos requisitos para o manuseio de materiais 2 Requer um controle da produção mais complexo 3 Aumento do trabalho em processo 4 Linhas de produção mais longas 5 Maior quantidade de habilidades necessárias para atender à diversidade de tarefas

Fonte: adaptado de Tompkins et al. (1996)

2.2 LAYOUT EM SERVIÇOS

Nesta seção são apresentadas características das organizações de serviços, os conceitos de layout aplicados a elas e o impacto do espaço físico na gestão nesse tipo de organização.

2.2.1 Características das Organizações de Serviços

As organizações de serviços têm atraído crescente atenção pela sua importância na economia mundial. Os serviços possuem características peculiares, como a influência e participação do cliente na produção, a intangibilidade, a inseparabilidade entre produção e consumo, a heterogeneidade, a impossibilidade de estoque e a intensidade do trabalho (SCHMENNER, 1999; FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2011; CULÉN; GASPARINI, 2014). Estas características combinadas dificultam a gestão de operações nestes setores (NIE; KELLOGG, 1999). De tal forma, o bom planejamento do espaço físico pode incrementar os serviços e impactar na satisfação do cliente e do prestador de serviços (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2011; CHEN; HAO, 2006), afetando diretamente a produtividade e os resultados obtidos pela organização.

A configuração física de uma organização também depende da natureza da empresa e da natureza da experiência do seu cliente. Bitner (1992) e Fitzsimmons e Fitzsimmons (2011) ilustram, conforme apresentado no Quadro 2, as características do ambiente físico das organizações de serviços, relacionando a participação dos sujeitos na organização e o grau de complexidade do ambiente.

Quadro 2 - Tipologia de ambientes físicos de serviços

Tipos de organizações de serviços baseadas em quem atua no ambiente	Complexidade física do ambiente	
	Elaborado	Enxuto
Autoatendimento (apenas o cliente)	Campo de golfe Parque aquático	Quiosques dos correios Caixa eletrônico Website de comércio eletrônico
Serviços interpessoais (tanto o cliente quanto o funcionário)	Hotéis Restaurantes Hospitais Bancos Escolas Companhias aéreas	Carro de cachorro-quente Salão de cabeleireiros Rodoviária
Serviço remoto (somente o funcionário)	Companhias telefônicas Companhias de seguros Serviços profissionais	Telemarketing Suporte técnico online

Fonte: Adaptado de Bitner (1992) e Fitzsimmons e Fitzsimmons (2011)

2.2.2 Características dos Tipos de Layout em Serviços

As organizações de serviços estão atraindo mais atenção devido ao aumento da sua participação no mercado mundial. Apesar disso, poucas pesquisas, em comparação ao que existe sobre a manufatura, são realizadas analisando os serviços sob o ponto de vista do layout (HARA; ARAI; SHIMOMURA, 2006).

Mesmo possuindo características tão diferentes, o planejamento de layout de organizações de serviços pode se valer de estudos e técnicas semelhantes para sua melhoria. As características das modalidades de layout apresentadas anteriormente, quando adaptadas às atividades de organizações de serviços, podem ser caracterizadas da seguinte forma:

- a) **layout posicional ou fixo:** a produção é organizada de modo que o cliente fique parado em uma posição, enquanto os recursos e a prestação de serviços são levados até ele; por exemplo, um paciente passando por uma cirurgia ou um restaurante a la carte;
- b) **layout funcional ou por processo:** as prestações de serviço são agrupadas por funções, de modo que tanto clientes quanto recursos movimentam-se até elas; como exemplo as lojas de varejo, onde os produtos ficam agrupados por semelhança e clientes e vendedores se deslocam até eles;
- c) **layout por produto ou linear:** um tipo de cliente ou grupo de tipos de clientes que passem por operações similares é hegemônico, as prestações de serviços são dispostas na sequência pela qual o cliente ou o grupo de clientes passará, um restaurante por quilo, por exemplo; e
- d) **layout misto:** como em manufatura, uma combinação dos outros tipos, como um salão de beleza, onde em determinados momentos os clientes se deslocam até o local de prestação de serviço e em outros momentos o funcionário se desloca com seus equipamentos até o cliente (VEGA; SPIEGEL; CAULLIRAUX, 2013).

A participação do cliente no processo de produção é uma das características predominantes dos serviços. Mesmo assim, outros aspectos dos serviços também devem ser levados em conta para melhores soluções para os problemas de layout,

especialmente identificando as influências trazidas pela participação do cliente na prestação de serviços. Por um lado, a organização de serviços deve atentar para uma adequada separação entre as atividades desenvolvidas no *front office* e o *back office*, e assim minimizar os impactos negativos decorrentes da participação do cliente. Por outro lado, as organizações poderiam incorporar a participação dos clientes no sistema de prestação de serviços para atender às suas necessidades (CHEN; HAO, 2006).

O nível de envolvimento dos clientes e funcionários, conforme apresentado no Quadro 2, tem reflexos na definição da participação dos sujeitos da prestação de serviços sobre o design do espaço físico. Em organizações de serviços interpessoais, deve ser dada especial atenção aos efeitos do ambiente físico na natureza e qualidade da interação social entre clientes e funcionários. Nesse caso, o gestor deve entender os planos e objetivos de todos os participantes e antecipar dilemas de compatibilidade na concepção do layout (BITNER, 1992).

2.2.3 Impacto do Layout em Ambientes de Biblioteca

O arranjo físico da organização de serviços é importante porque tanto consumidores como funcionários vivenciam a experiência nas instalações da organização (BITNER, 1992; CULÉN; GASPARINI, 2014). Sendo assim, as características físicas do ambiente onde é prestado o serviço devem ser bem avaliadas, pois podem impactar positiva ou negativamente na percepção de qualidade do cliente. O ambiente físico engloba tanto elementos arquitetônicos (como layout físico, móveis e equipamentos), e elementos sensoriais visuais (como cor, textura e iluminação). Tais elementos fazem parte de um conjunto de estímulos que influenciam a percepção das pessoas, não podendo ser considerados isoladamente (SAMPAIO et al., 2009; SUFAR; TALIB; HAMBALI, 2012).

Gestores de bibliotecas, como exemplo de organizações de serviços, também devem estar atentos à importância do planejamento de layout, pois as atividades nelas desenvolvidas devem levar em consideração os fluxos de informações, o conforto, acessibilidade e segurança de suas atividades (SILVA SEGUNDO; ARAÚJO; LOPES, 2013). Uma biblioteca deve ser atraente e esteticamente agradável aos olhos, tanto

dos clientes quanto dos funcionários que lá atuam. Internamente, deve ser funcional e atual no uso de serviços de suporte de tecnologia para sua comunidade. O planejamento do espaço na biblioteca também é muito importante para que os usuários não se sintam perdidos, tendo autonomia para movimentar-se e utilizar os serviços oferecidos de maneira independente (SUFAR; TALIB; HAMBALI, 2012). Assim sendo, o layout de uma biblioteca deve ser eficiente no sentido de que minimize as movimentações entre as instalações e seja conveniente para os usuários e aos bibliotecários (FOULDS; TRAN, 1986).

O espaço físico é um ponto de preocupação no caso das bibliotecas, pois tanto a necessidade de espaço para armazenamento do acervo, quanto para atender às demandas dos usuários, crescem e impactam na qualidade percebida pelos usuários, clientes da organização (SUN; CHEN, 2012). Em instituições de ensino, os espaços de estudos e os acervos das bibliotecas devem estar em constante crescimento e ajuste para atender, também, a requisitos estabelecidos pelos órgãos fiscalizadores.

No que diz respeito ao impacto dos arranjos físicos em relação aos funcionários, o planejamento de layout em uma biblioteca é uma atividade que inevitavelmente influenciará no desempenho e na produtividade das funções da biblioteca. As decisões sobre o layout têm consequências em longo prazo, de tal forma que devem ser feitas com planejamento cuidadoso (I; IBRAHIM, 2014).

Tompkins et al. ([2010]) enumeram aspectos estratégicos para o planejamento do layout em uma biblioteca: a localização da biblioteca, o número de livros que a biblioteca pode armazenar, número e localização das prateleiras para manter os livros, nível de habilidade dos funcionários, tipos de revistas e assinaturas de jornais, sistema manual ou automatizado para localização de itens, tipos de materiais de referência, fonte de financiamento, tamanho da área de estudo necessária, número de computadores necessários para uso público.

A literatura oferece uma vasta gama de ferramentas voltadas à organização de layout, tanto em manufatura quanto em serviços. Dentre as existentes, destacam-se o Planejamento Sistemático de Layout (SLP) e o *Close Neighbor Algorithm* (CNA), detalhados a seguir.

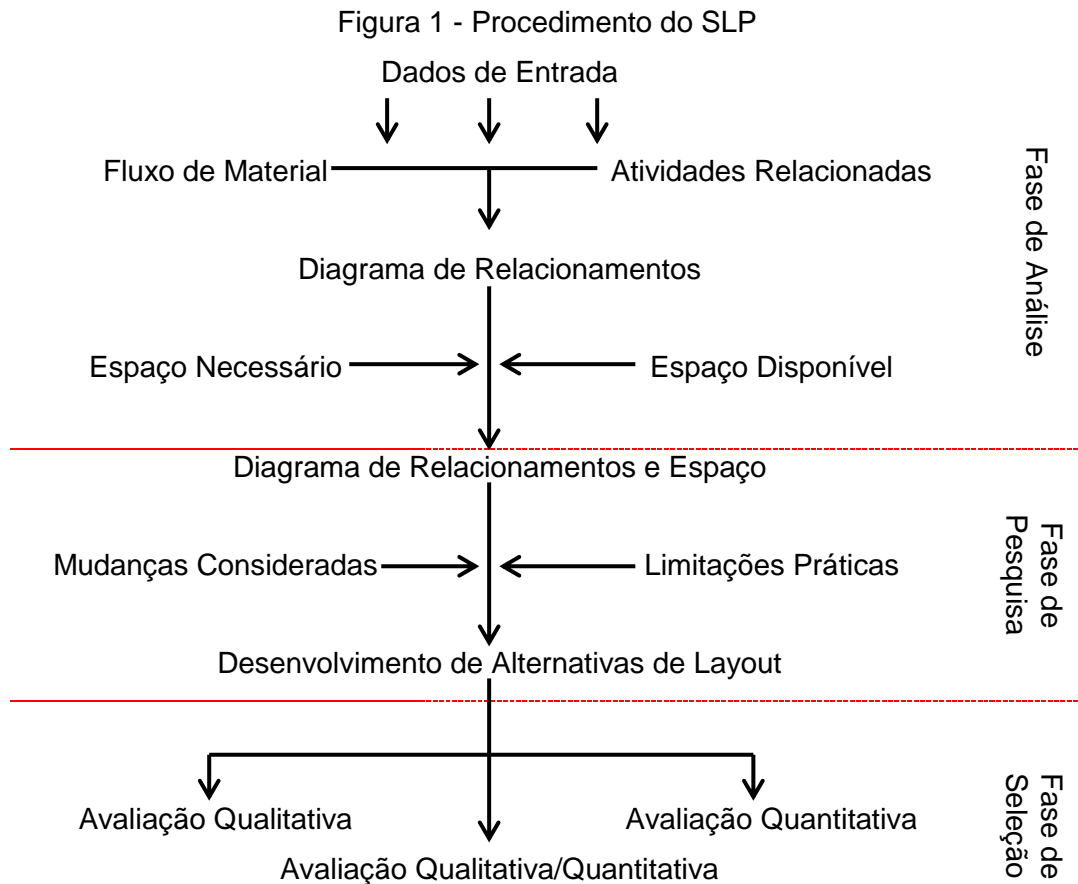
2.3 PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT (SLP)

Nesta seção serão apresentados os conceitos básicos de SLP e suas aplicações a organizações de serviços.

2.3.1 Conceito e Detalhamento do Planejamento Sistemático de Layout

O planejamento sistemático de layout (*Systematic Layout Planning* ou SLP), desenvolvido por Richard Muther em 1961, é uma ferramenta largamente mencionada na literatura com vistas ao projeto de layout (TOMPKINS et al., 2010; MUTHER; WHEELER, 2000; SANTOS; GOHR; LAITANO, 2012; YANG; SU; HSU, 2000; FLESSAS et al., 2015). O SLP tem sido aplicado em diversos ramos, como produção, transportes, armazenamento, atividades em escritórios e serviços, dentre outros (TORTORELLA, 2006).

O SLP consiste em uma estrutura de fases, as quais visam à identificação, visualização e classificação das atividades, relações e alternativas envolvidas em qualquer projeto de layout (MUTHER; WHEELER, 2000). O procedimento está estruturado em três grandes fases: análise, pesquisa e seleção; essas fases se subdividem em outras etapas, conforme apresentado na Figura 1.



Fonte: Adaptado de TOMPKINS et al., 2010; TORTORELLA, 2006; KULKARNI; BHATWADEKAR; THAKUR, 2015.

As etapas do SLP e suas subdivisões são descritas a seguir.

2.3.1.1 Fase de Análise

Esta fase inicia-se pela **coleta de informações**, qualitativas e quantitativas, necessárias ao desenvolvimento dos planos e soluções dos problemas de layout. Estes dados podem ser coletados através da análise PQRST (produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte e tempo), através da qual são obtidos os dados de entrada do problema; tais dados devem ser examinados para garantir sua validade na fase de projeto (TORTORELLA, 2006; YANG; SU; HSU, 2000). Outros dados preliminares a serem considerados são os relativos às diversas atividades (ou seja, elementos, que

não pessoas ou materiais em processo, considerados como parte do arranjo físico) ou áreas incluídas no arranjo físico (COSTA, 2004).

A próxima fase busca a análise do **fluxo de materiais, pessoas e equipamentos**, e se concentra em índices de movimento entre departamentos ou centros de atividade (TORTORELLA, 2006). Para Tompkins et al. (1996), o fluxo de material entre departamentos depende do fluxo dentro dos departamentos e este, por sua vez, depende do fluxo entre as estações de trabalho existentes. Santos, Ghor e Urio (2014) afirmam que o fluxo de materiais é, na maioria das vezes, um fator predominante de decisão no projeto do arranjo físico, sendo necessário identificar os fluxos através das áreas envolvidas, considerando a sequência e a intensidade do deslocamento do material.

A análise das **atividades relacionadas** apoia-se em procedimentos qualitativos, buscando identificar a importância da proximidade relativa entre as áreas (BENITEZ, 2017). Para Santos, Gohr e Urio (2014), a ferramenta indicada para essa análise é o diagrama de relações, no qual utiliza-se a escala A, E, I, O, U, X para indicar a necessidade de proximidade entre os setores do layout. Cada combinação de pares de setores deve receber uma indicação, sendo que a letra "A" indica ser absolutamente importante a proximidade entre os setores, a letra "E", especialmente importante esta proximidade, a letra "I" apenas importante, a letra "O" pouco importante, a letra "U" denota uma proximidade não importante e a letra "X" indica que a proximidade não é desejada.

A construção do **diagrama de relacionamentos** busca integrar o mapeamento do fluxo de materiais com a avaliação das interligações preferenciais, descritas no diagrama de relações. Trata-se de uma representação gráfica na qual os círculos denotam as áreas do layout e as linhas, de diferentes tipos e dimensões, denotam o grau de importância das relações entre essas áreas (SANTOS; GOHR; URIO, 2014).

Como **espaço necessário** entende-se o espaço requerido para alocação de máquinas, equipamentos. Já **espaço disponível** é entendido como o espaço disponível para a instalação de máquinas e equipamentos (SANTOS; GOHR; URIO, 2014). Pela caracterização dos espaços necessários e disponíveis é determinada a quantidade de espaço destinada a cada setor da planta (TORTORELLA; FOGLIATTO, 2008).

2.3.1.2 Fase de Pesquisa

A elaboração do **diagrama de relacionamentos e espaço** é feita com a incorporação das informações sobre os espaços acrescida ao diagrama de relacionamentos, obtendo-se, assim, um arranjo físico prévio, considerando que o espaço requerido já sofreu um balanceamento (SANTOS; GOHR; URIO, 2014; TORTORELLA, 2006; BENITEZ, 2017).

Na sequência, devem ocorrer os ajustes necessários, com **mudanças consideradas** em relação a tipos de processos, métodos de movimentação de materiais, necessidades de pessoal, entre outros fatores. Também neste ponto são avaliadas as **limitações práticas** dos projetos de layout, referentes a custos, restrições técnicas, segurança, estrutura física do prédio, entre outras. O arranjo físico prévio, após o acréscimo das limitações práticas, possibilitará a geração de alternativas de layout (SANTOS; GOHR; URIO, 2014; TORTORELLA, 2006).

Quanto ao **desenvolvimento de alternativas de layout**, uma vez gerado um número razoável de alternativas de layout, pode ser iniciado o processo de avaliação da melhor alternativa de layout (TORTORELLA, 2006).

2.3.1.3 Fase de Seleção

Após a geração das alternativas de layout, os diferentes planos gerados devem ser avaliados, ponderando seus benefícios e limitações (SANTOS; GOHR; URIO, 2014). Esta avaliação deve envolver os usuários e a gerência nas tomadas de decisão referentes ao ambiente desejado. Esta fase do SLP deverá garantir que os critérios estabelecidos no projeto sejam satisfeitos. Somente após a conclusão do processo de seleção do layout é que deve haver o detalhamento das alternativas (TORTORELLA, 2006; BENITEZ, 2017).

2.3.2 Aplicações em Serviços

Assim como a maior parte das ferramentas de layout, o SLP foi desenvolvido para aplicação em manufatura. No entanto, mediante adaptações, pode ser aplicado em operações de serviços. Quando essas operações estão configuradas em layouts funcionais ou por processos, o SLP é tido como relevante para projetos de novos layouts ou para reformulação de layouts já existentes (SANTOS; GOHR; LAITANO, 2012). Sampson e Froehle (2006) corroboram a afirmação acima, sugerindo que adaptações no SLP são necessárias para sua aplicação em organizações de serviços, tendo em vista que o fluxo de clientes tende a ser predominante nessas organizações (SAMPSON; FROEHLE, 2006).

As aplicações de SLP em serviços mais frequentemente localizadas na literatura estão relacionadas a atividades da área de saúde, como hospitais e clínicas médicas; Vega, Spiegel e Caulliraux (2013), Benitez (2017), Santos, Gohr e Laitano (2012) trazem exemplos de aplicações bem sucedidas em setores de dimensões variadas e de atividades diversas em hospitais e clínicas. De acordo com Flessas et al. (2015), o SLP pode também ser aplicado em restaurantes.

Estudos de layout aplicados em bibliotecas não são raros, sendo caracterizados por intenso fluxo de pessoas, informações e materiais (FOULDS; TRAN, 1986; SILVA SEGUNDO; ARAÚJO; LOPES, 2013; SUFAR; TALIB; HAMBALI, 2012; SUN; CHEN, 2012; FOULDS; TRAN, 1986). Como organizações de serviços, onde o contato com o cliente é direto e a produção e entrega do serviço são imediatas, também deve ser considerado esse enfoque na avaliação do layout desse tipo de organização. Estudos de layout em bibliotecas devem buscar o envolvimento dos usuários do serviço e também dos trabalhadores. O estudo realizado por Foulds e Tran (1986) buscou desenvolver e implementar um layout flexível em uma biblioteca universitária, sendo envolvidos durante o processo alunos, professores e bibliotecários.

Apesar da ampla aplicação do SLP em diversos setores, a literatura é escassa quando se buscam utilizações da técnica em bibliotecas. Apenas I e Ibrahim (2014) apresentaram em seu artigo a descrição sucinta de como uma aplicação de SLP em uma biblioteca poderia ser desenvolvida. Os autores afirmam, que o SLP pode ser

modificado para atender aos objetivos de design do layout da biblioteca, visando a aprimorar os arranjos e, conseqüentemente, ampliar a satisfação dos funcionários, administradores e usuários da biblioteca. De tal forma, a estrutura deve ser simplificada de tal forma que o aplicativo para uma modificação de layout existente possa ser executado facilmente.

2.4 CLOSE NEIGHBOUR ALGORITHM (CNA)

Nesta seção serão apresentados os fundamentos do algoritmo CNA para formação de agrupamento de itens (entendidos como livros e periódicos, nas proposições desta dissertação) e exemplos de sua aplicação, tanto em manufatura quanto em serviços.

2.4.1 O Algoritmo CNA

O CNA, elaborado por Boe e Cheng (1991), é um algoritmo apoiado em matrizes que apontam a necessidade de serviço de determinado item em determinado setor (MOUSSA; KAMEL, 1995; PAPAIOANNOU; WILSON, 2010). O CNA tem como vantagem sua simplicidade de aplicação, necessitando de apenas uma interação, o que o torna um dos algoritmos mais referenciados na literatura para agrupamento de itens e formação de células produtivas (DALMAS, 2004). Boe e Cheng (1991) apresentam as seguintes vantagens do CNA frente a outros métodos de arranjos de matrizes:

- a) sempre resulta em uma matriz de solução diagonal de bloco. O agrupamento natural de máquinas e peças (ou setores e produtos/serviços, no caso de uma biblioteca) é imediatamente evidente a partir da solução. A presença de máquinas de gargalo e elementos excepcionais não afeta a capacidade desse algoritmo em gerar uma solução;
- b) o algoritmo requer apenas uma iteração;

- c) não exige que o usuário identifique máquinas gargalo e elementos excepcionais, o que faz com que as distorções causadas por decisões subjetivas possam ser evitadas; e
- d) a duplicação de máquinas de gargalo (setores gargalo) não é usada como uma estratégia, potencialmente reduzindo os custos relacionados ao arranjo proposto.

O CNA é operacionalizado em dois estágios. No primeiro estágio são ordenadas as linhas da matriz inicial (onde estão listadas as máquinas ou setores); no segundo estágio são ordenadas as colunas (onde estão listadas as peças, componentes ou itens que demandam processamento nas máquinas/setores). Cada um dos estágios foi dividido em passos para a elaboração das matrizes. O desenvolvimento do CNA é apresentado com base em um exemplo numérico hipotético, baseado no trabalho de Boe e Cheng (1991) e na descrição elaborada por Dalmas (2004).

Inicialmente gera-se a matriz **A**, posicionando máquinas nas linhas e peças nas colunas, e sempre que uma peça necessitar de uma máquina para processamento, o cruzamento de linha e coluna será marcado com 1, caso contrário, será marcado com zero. O exemplo hipotético é composto por 8 máquinas e 20 produtos (Tabela 1). O algoritmo busca gerar uma diagonal de “1”s através da reordenação das linhas e colunas da matriz **A**; tal diagonal facilita a visualização de máquinas que processam os mesmos componentes (e de componentes que demandam processamento nas mesmas máquinas), permitindo a formação de grupos de máquinas e componentes com necessidades semelhantes de processamento.

Tabela 1 - Matriz inicial A

Máquinas	Partes																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		1	1					1	1		1		1	1		1	1		1	
2			1	1		1	1							1				1		1
3		1						1	1		1		1	1		1	1		1	
4			1	1		1	1			1								1		1
5	1				1	1				1		1			1		1			
6	1				1				1	1		1			1					1
7			1	1		1	1				1	1						1		1
8			1	1		1	1											1		1

Fonte: BOE; CHENG, 1991.

O número de componentes comuns a cada par de máquinas é indicado em uma matriz máquina vs máquina (matriz **B**). O elemento b_{ij} desta matriz identifica quantas peças necessitam das máquinas i e j para seu processamento. A última coluna da matriz, chamada S_i , apresenta o somatório dos números das linhas, indicando o número de componentes que cada máquina tem em comum com as outras máquinas. A Tabela 2 dá prosseguimento ao exemplo.

Tabela 2 - Matriz B

Máquinas	Máquinas								Si
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	-	2	9	1	1	1	2	1	17
2	2	-	1	6	1	1	6	6	23
3	9	1	-	0	1	1	1	0	13
4	1	6	0	-	2	2	6	6	23
5	1	1	1	2	-	5	2	1	13
6	1	1	1	2	5	-	2	1	13
7	2	6	1	6	2	2	-	6	25
8	1	6	0	6	1	1	6	-	13

Fonte: BOE; CHENG, 1991.

Para reordenar as linhas da matriz **A**, analisa-se a matriz **B** de acordo com os seguintes critérios:

- a) a primeira linha da matriz **A** será a de maior valor de S_i na matriz **B**, no caso de empate, escolhe-se a linha de menor índice i ;
- b) as linhas seguintes da matriz **A** são reordenadas com base nos seguintes passos:
- i) identifica-se a próxima máquina com maior número de componentes comuns de processamento com a máquina que acaba de ser alocada (maior b_{ij}); em caso de empate (duas ou mais máquinas apresentam o mesmo número de incidências em comum com a máquina recém alocada), segue-se para o próximo critério,
 - ii) escolhe-se então a máquina com maior S_i entre as máquinas candidatas; em caso de empate, segue-se para o próximo critério, e
 - iii) escolhe-se a linha de menor índice i dentre as empatadas, representando uma quebra arbitrária do empate.

A reordenação da matriz **A** do exemplo é descrita no Quadro 3. O subproduto do reordenamento das máquinas é apresentado no Tabela 3. Percebe-se a concentração de máquinas processam um mesmo componente; tais concentrações serão posteriormente utilizadas no agrupamento das máquinas e componentes.

Quadro 3 - Reordenação da matriz A do exemplo

Índice Linhas	Máquinas Possíveis	Máquinas Seleccionadas	Razões
v=1	7	7	S7 é o máximo
v=2	2,4,8	2	b27, b47, b87 são máximos, S2=S4>S8 mas 2<4 (desempate)
v=3	4,8	4	b42, b82 são máximos e S4>S8
v=4	8	8	b84 é o máximo
v=5	1,5,6	1	b18, b58 e b68 são máximos mas S1>S5=S6
v=6	3	3	b31 é o máximo
v=7	5,6	5	b53 e b63 são máximos, S5=S6, mas 5<6
v=8	6	6	b65 é o máximo

Fonte: BOE; CHENG, 1991.

Tabela 3 - Matriz A intermediária, com linhas reordenadas

		Partes																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Máquinas	7			1	1		1	1				1	1						1		1
	2			1	1		1	1							1				1		1
	4			1	1		1	1			1								1		1
	8			1	1		1	1											1		1
	1		1	1					1	1		1		1	1		1	1			1
	3		1						1	1		1		1	1		1	1			1
	5	1				1	1				1		1			1		1			
6	1				1				1	1		1			1					1	

Fonte: BOE; CHENG, 1991.

Para o reordenamento das colunas (estágio 2 do algoritmo), a matriz **A** intermediária (Tabela 3) deve ser dividida em duas metades. Caso o número de linhas da matriz seja ímpar, deve-se manter a metade superior fique com o número ímpar de linhas. Boe e Cheng (1991) denominam as metades superior e inferior de NNOV e NNOW, respectivamente; Dalmas (2004) as denomina SEQ1 e SEQ2 (denominação utilizada na sequência do exemplo).

Partindo-se da matriz **A** intermediária dividida, conta-se o número de incidências (1's) em cada uma das metades. Sempre que a primeira metade for maior que a segunda ($SEQ1 > SEQ2$), assinala-se a coluna; as colunas assinaladas serão reposicionadas de acordo com sua ordem de constatação (ou seja, a primeira coluna de A intermediária que cumprir o quesito $SEQ1 > SEQ2$ será posicionada na primeira coluna da matriz final, e assim sucessivamente). Colunas não assinaladas seguem para a próxima fase do estágio 2. Na sequência, a metade inferior (SEQ2) deverá ser dividida em duas metades (perceba que a SEQ1 é desconsiderada a partir deste momento, visto que já forneceu a informação devida). Devem ser verificadas as colunas não reordenadas anteriormente, e sempre que primeira metade for maior que a segunda ($SEQ1 > SEQ2$), assinala-se a coluna e reordena-se a numeração da primeira a última coluna assinalada. O procedimento deve ser repetido até que todas as colunas sejam reordenadas ou a divisão da matriz não seja mais possível. Neste caso, as colunas não assinaladas devem ser ordenadas livremente, na sequência da última coluna assinalada. O Quadro 4 apresenta o detalhamento no exemplo de Boe e Cheng (1991).

Quadro 4 - Reordenamento das colunas (estágio 2)

Quando v=1	Partes																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NNOV	0	0	5	4	0	4	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	0	4
NNOW	2	2	0	0	2	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	0	2	1
NNOV>NNOW			X	X		X	X											X		X
Coluna			1	2		3	4											5		6
Quando v=5	Partes																			
	1	2			5			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		19	
NNOV	0	2			0			2	2	0	2	0	2	2	0	2	3		2	
NNOW	2	0			2			0	1	2	0	2	0	0	2	0	0		0	
NNOV>NNOW		X						X	X		X		X	X		X	X		X	
Coluna		7						8	9		10		11	12		13	14		15	
Quando v=7	Partes																			
	1				5					10		12			15					
NNOV	2				2					2		2			2					
NNOW	0				0					0		0			0					
NNOV>NNOW	X				X					X		X			X					
Coluna	16				17					18		19			20					

Fonte: BOE; CHENG, 1991.

Por fim, as colunas são reordenadas conforme indicado no estágio 2 para a formação da matriz solução (Tabela 4). Percebe-se claramente a formação de três células na diagonal principal. Destaca-se que não deve haver sobreposição das células e que os 1s fora das mesmas indicam peças que não poderiam ser processadas em uma única célula (nas proposições desta dissertação, representam materiais fora do setor a que naturalmente seriam alocados).

Tabela 4 - Matriz solução

		Partes																			
		3	4	6	7	18	20	2	8	9	11	13	14	16	17	19	1	5	10	12	15
Máquinas	7	1	1	1	1	1	1				1									1	
	2	1	1	1	1	1	1						1								
	4	1	1	1	1	1	1												1		
	8	1	1	1	1	1	1														
	1	1							1	1	1	1	1	1	1	1					
	3								1	1	1	1	1	1	1	1					
5			1												1		1	1	1	1	1
6							1			1							1	1	1	1	1

Fonte: BOE; CHENG, 1991.

2.4.2 Aplicações Práticas do Algoritmo CNA

Estudos utilizando abordagens para formação de células em ambientes de manufatura não são novos. Tipicamente, uma matriz de incidência máquina-parte é analisada para determinar a semelhança entre partes similares e grupos de máquinas idênticos. Muitos pesquisadores abordaram este problema usando várias formas de agrupamento (KAPOOR; TAK, 2015). Vários estudos comparativos de algoritmos de agrupamento foram realizados, incluindo Amantino (2013), Manimaran et al. (2010), Bychkov, Batsyn e Pardalos (2017) e Díaz, Luna e Luna (2012), que buscaram analisar o desempenho do CNA em comparação outras abordagens. Outros estudos apresentam algoritmos de agrupamento criados a partir dos já existentes, e citam o CNA como uma de suas fontes (LI, 2009; LI; MEHRABADI, 2014; MUKHOPADHYAY; GOPALAKRISHNAN; KRIPALANI, 1995; MUKHOPADHYAY; SARKAR; PANDA, 1994; ULUTAS, 2015; TURATI; MORONI FILHO, 2016).

Dentre as aplicações do CNA relatadas na literatura, a ampla maioria diz respeito a empresas de manufatura, como movelarias (BRITO; LOPES, 2014; SIGAHI; LEMOS; RAMOS, 2017), indústrias de autopeças (DALMAS, 2004) e indústrias de eletrodomésticos (MARTINS, 2015; MARTINS et al., 2014). O estudo realizado por Martins et al. (2014) endereçou layout industrial com foco na filosofia de Gestão por Processos, aplicando o CNA como ferramenta de estudo de arranjo físico por meio de matrizes de incidência em um estudo de caso. Com uma análise e proposição de layout a partir da perspectiva lean, Sigahi, Lemos e Ramos (2017) desenvolveram

uma aplicação em que o CNA foi utilizado para estabelecer a melhor forma de organização das máquinas de uma pequena movelaria. Uma pequena indústria de confecções também foi objeto de estudo e aplicação do CNA, visando ao rearranjo de seu espaço físico (FERRAZ SEGUNDO; FONTANA, 2016). Já no estudo realizado por Brito e Lopes (2014), uma aplicação uniu o CNA e o SLP: em um estudo aplicado em uma movelaria, o CNA foi utilizado para conversão do layout funcional em um arranjo celular e o SLP para o rearranjo das áreas de atividade e dos departamentos da empresa.

As aplicações fora das organizações manufatureiras são incipientes. Bicalho Júnior et al. (2008) utilizaram o CNA em uma panificadora: foi proposta a reorganização das máquinas utilizadas na produção do produto que gera maior fluxo cruzado e intenso de materiais na produção (pão de sal). Este estudo também fez uso de uma das ferramentas do SLP, o diagrama de relacionamentos, para eliminar possíveis falhas nos agrupamentos.

Uma das aplicações mais distintas dentre as localizadas na literatura a respeito de aplicações do CNA foi realizado por Sakulsom e Tharmmaphornphilas (2014). O CNA foi utilizado para a programação de ensaios de uma orquestra. Cada uma das peças musicais requer diferentes conjuntos de músicos e tem diferentes durações de ensaio. De tal forma, os ensaios estão organizados em vários dias, e os músicos precisam comparecer apenas no dia em que as peças em que eles tocam estão agendadas. Além disso, os músicos devem chegar antes da primeira peça de que participam e sair depois que a última termina. O objetivo dos autores foi distribuir as peças musicais nos dias em ensaio visando a minimizar o número total de dias em que todos os músicos devem comparecer, bem como sequenciar as peças musicais dentro de cada dia para minimizar o tempo de espera dos músicos.

A busca, na literatura, de buscar aplicações unindo SLP e CNA, não resultou em um número elevado de pesquisas que aliassem as duas ferramentas. Um exemplo foi o trabalho apresentado por Brito e Lopes (2014), em um estudo para melhoria da eficácia no planejamento de layout de uma movelaria, aplicando o CNA para modificação do layout celular para um arranjo celular e o SLP para o rearranjo das áreas de atividade e dos departamentos da empresa.

3 MÉTODO

Nesta seção será apresentado o método de desenvolvimento da sistemática de planejamento do layout para aplicação ao projeto de reforma de uma biblioteca e para a alteração do ordenamento de parte do acervo de livros nas estantes do local em estudo. O método é operacionalizado em duas fases. Na primeira fase, o SLP é aplicado com vistas a organizar o arranjo físico dos recursos e elementos dos diversos setores da biblioteca (como estantes para livros, mesas e computadores de estudo e setores administrativos, dentre outros). Na segunda fase, adapta-se o CNA com vistas ao aprimoramento da distribuição de livros nas estantes (através do agrupamento dos livros de acordo com sua demanda e temas de abrangência), de maneira a facilitar a consulta dos materiais e fluxos dos alunos entre as estantes.

3.1 FASE SLP

Os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo para a aplicação do SLP, conforme as fases já apresentadas anteriormente, são agora detalhados para o contexto da biblioteca em estudo.

3.1.1 Fase de Análise

A coleta de informações para a realização do estudo foi feita através de uma análise PQRST (produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte e tempo), com o uso de relatórios de uso do acervo e do espaço em estudo, entrevistas com a equipe da biblioteca e observações no local. Tendo em vista se tratar de uma organização de serviços, o foco foi a movimentação dos usuários no ambiente da biblioteca e o serviço de empréstimo e devolução de documentos.

A análise do fluxo de materiais, pessoas e equipamentos (visando a identificar os fluxos através e entre as áreas envolvidas, bem como a sequência e a intensidade do deslocamento do material) foi realizada focando principalmente no fluxo de clientes

através dos serviços oferecidos. Esta análise gerou índices de movimento entre departamentos ou centros de atividade da biblioteca.

A análise das atividades relacionadas foi realizada através do diagrama de relações, utilizando a escala A, E, I, O, U, X para indicar a necessidade de proximidade entre os setores do layout. Cada combinação de pares de setores recebeu uma indicação, sendo que "A" indicou maior necessidade de proximidade entre os setores, "U" indicou que a proximidade não tem relevância (com as letras intermediárias completando a escala), e "X" indica que a proximidade não é desejada.

Após essa etapa, construiu-se o diagrama de relacionamentos, gerando uma representação gráfica. Nesta, os círculos denotam as áreas do layout, ao passo que as linhas (de diferentes tipos e dimensões) denotam o grau de importância das relações entre essas áreas.

A partir disso, estabeleceu-se o espaço necessário e o espaço disponível para a alocação de mobiliário, equipamentos e estações de trabalho. Tais informações foram utilizadas para estimar o espaço a ser destinado a cada setor. Em todas as etapas dessa fase houve a participação da equipe atuante na biblioteca para as definições relativas aos espaços e necessidades de proximidade ou afastamento das áreas.

3.1.2 Fase de Pesquisa

O diagrama de relacionamentos e espaço foi elaborado incorporando informações sobre os espaços físicos ao diagrama de relacionamentos, gerando assim um arranjo físico prévio, com a participação da equipe da biblioteca.

Diversos aspectos associados ao funcionamento da biblioteca foram avaliados nesta etapa. Dentre tais, cita-se a necessidade de movimentação do acervo de livros, o qual é um processo complexo e que demanda necessidade de pessoal especializado para execução da atividade.

Foram ainda listadas limitações da estrutura física da sala da biblioteca que inviabilizam ou limitam a concepção de arranjos e fluxos alternativos (por exemplo, a existência de oito pilares no espaço da biblioteca em análise que não podem ser

alterados). Estas limitações foram identificadas pela arquiteta responsável pela Faculdade de Farmácia e pela equipe da biblioteca. Embora a dissertação não esteja focada no levantamento detalhado de custos financeiros na concepção dos arranjos alternativos, uma percepção dos custos envolvidos também foi considerada na proposição dos arranjos alternativos (ou seja, priorizaram-se alternativas com baixo ou nenhum custo). A partir dessas diretrizes, foram geradas, com o uso do software AutoCAD, alternativas de layout (as quais são formalmente apresentadas e discutidas no capítulo 4).

3.1.3 Fase de Seleção

A seleção dos layouts preferidos deve envolver os usuários, a equipe da biblioteca e a Direção da Faculdade de Farmácia. Os critérios de seleção estabelecidos para o projeto foram a minimização de movimentação do acervo, redução de intervenções na estrutura física já existente (evitando assim o fechamento da Biblioteca por períodos mais longos), maior distanciamento entre os setores com proximidade indesejada, e a viabilidade orçamentária da execução do projeto, sendo este último o de maior peso para a seleção.

3.2 FASE CNA

O CNA possui etapas bem claras em sua aplicação, conforme descrito na seção 2.4.1. Nesta dissertação, tal ferramenta busca atender a peculiaridades do curso de graduação atendido pela Biblioteca da Faculdade de Farmácia.

A formação acadêmica do Farmacêutico o prepara para atuar em diversas áreas, como na promoção, prevenção, proteção e recuperação da saúde humana, em atividades associadas a medicamentos, análises clínicas e toxicológicas, à produção e análise de alimentos. Pode atuar junto a hospitais, farmácias privadas, comunitárias e de manipulação, laboratórios e indústrias de medicamentos, cosméticos e de alimentos. Este profissional pode, também, fiscalizar e emitir pareceres técnicos em vigilância sanitária (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2017b).

Com onze semestres de duração, o curso de Farmácia, a partir do quinto semestre, divide-se em módulos de Formação Diversificada Complementar (FDC), onde o aluno deve escolher uma FDC para cursar em uma determinada área do âmbito profissional farmacêutico. São áreas bastante diversas, com assuntos e disciplinas diferentes. A estrutura de FDC foi organizada em cinco diferentes grupos identificados como grandes áreas da profissão farmacêutica, sendo elas, análises clínicas, assistência farmacêutica, insumos farmacêuticos, medicamentos e cosméticos e tecnologia dos alimentos. De acordo com essa estrutura, o aluno opta por disciplinas a serem cursadas em um dos cinco módulos (FACULDADE DE FARMÁCIA, 2017). As FDCs possuem códigos de identificação, utilizados nesse estudo para identificação das mesmas e do acervo indicado nas disciplinas a elas relacionadas (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2017b), conforme abaixo declarado.

- a) FDC1 - análises clínicas e toxicológicas;
- b) FDC2 - assistência farmacêutica;
- c) FDC3 - insumos farmacêuticos;
- d) FDC4 - produção e controle de medicamentos e cosméticos;
- e) FDC5 - ciências e tecnologia de alimentos.

O acervo de livros de bibliotecas está organizado de acordo com o assunto tratado nos documentos; na BIBFAR segue-se esse mesmo princípio. Neste estudo, buscou-se uma nova forma de ordenamento e organização dos livros nos 5 módulos acima descritos utilizando os preceitos de agrupamento de itens preconizado pelo CNA. Tal abordagem visa a facilitar o acesso aos livros mais utilizados, os organizando de acordo com o assunto de interesse dos alunos (tipicamente relacionados às disciplinas que terão de cursar em cada um dos cinco grupos).

Com base nessa divisão de assuntos do curso, a matriz de partida do CNA (matriz A) foi estruturada, com a utilização do software Microsoft Excel, da seguinte forma:

- a) linhas: módulos FDCs (FDC1 - análises clínicas e toxicológicas; FDC2 - assistência farmacêutica; FDC3 - insumos farmacêuticos; FDC4 - produção

e controle de medicamentos e cosméticos; FDC5 - ciências e tecnologia de alimentos);

b) colunas: 131 títulos de livros indicados como bibliografia nos planos de ensino de cada disciplina.

As etapas seguintes de agrupamento dos módulos e títulos de livros apoiaram-se nas etapas propostas por Boe e Cheng (1991), conforme detalhado na seção 2.4.1.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso realizado nesta pesquisa dividiu-se em duas fases, conforme detalhado nos procedimentos metodológicos. A primeira fase dedicou-se a buscar a melhoria do layout da biblioteca em análise via SLP, enquanto a segunda visou à organização de livros e módulos de aperfeiçoamento nas prateleiras através da aplicação do CNA.

4.1 APLICAÇÃO DO SLP NO APRIMORAMENTO DO LAYOUT DA BIBLIOTECA

A descrição das etapas de melhoria do layout da BIBFAR via SLP, com o reposicionamento dos setores que a compõem, é detalhada a seguir.

4.1.1 Fase de Análise

A fase de análise, conforme descrito anteriormente, compreende a coleta de dados, levantamento do fluxo de material, identificação de atividades relacionadas, criação do diagrama de relacionamentos, e comparação entre o espaço necessário e o espaço disponível.

4.1.1.1 *Dados de Entrada*

De acordo com Benitez (2017), instituições que priorizam o fluxo de pessoas e informações devem incluir como dados de entrada informações relativas ao número de prestadores de serviços atuantes no espaço, quantidade necessária de estações de trabalho, demanda a ser atendida, escala dos funcionários (se existir), e seu tempo de atuação no espaço físico. A instituição em estudo não desenvolveu, desde sua criação, um estudo de layout ou demanda tanto dos serviços quanto do espaço físico da Biblioteca, fazendo com que os dados para estudo fossem bastante escassos. De tal forma, levantou-se o número de usuários por período do dia (Tabela 5), utilizando

dados de um período típico, sem ocorrências que aumentassem ou diminuíssem excessivamente o fluxo de usuários, bem como sua movimentação no espaço físico. Buscou-se ainda um levantamento do número de usuários em potencial da Biblioteca, sendo estes estudantes, docentes e técnicos ligados à FACFAR (Tabela 6), além de um relatório do volume de empréstimos de documentos (Tabela 7).

Tabela 5 – Volume médio de usuários por turno

TURNO	Número médio de usuários por turno
Manhã (das 8h às 12h59min)	35
Tarde (das 13h às 18h30min)	19

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Tabela 6 – Usuários em potencial

TIPOS DE USUÁRIOS (indivíduos com vínculo ativo com a UFRGS)	Número em 2017
Alunos de graduação*	344
Alunos de pós-graduação	887
Docentes	59
Técnicos Administrativos	51

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Tabela 7 – Volume médio mensal de operações na biblioteca

TIPO DE OPERAÇÃO	Média mensal
Empréstimos	206
Devoluções	228
Renovações	9
Consulta na Biblioteca	143

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Em seu quadro de pessoal, a BIBFAR dispõe de 3 bibliotecárias, que atuam em regime de 40 horas semanais e 4 bolsistas, trabalhando 20 horas semanais.

* Dados sobre o número de alunos de graduação e pós-graduação são referentes ao ano de 2015.

4.1.1.2 Fluxo de Material

O fluxo de material, descrito no detalhamento do SLP, foi substituído pelo fluxo de pessoas e informações, por se tratar de uma organização de serviços. Foi observado que a principal movimentação é a de usuários em direção ao espaço de estudos individuais e à sala de estudos em grupo, seguida da movimentação dos usuários em direção ao acervo de livros, e ao setor de empréstimos.

4.1.1.3 Atividades Relacionadas

Para Kerns (1999), é necessário identificar os SPIs (*Space Planning Identifiers*), que representem uma função, departamento ou característica que demande espaço relacionado ou não com fluxos de outros SPIs. No caso em estudo, foram identificados quatro SPIs: setor de processamento técnico, setor de empréstimos, setor de acervo de livros e área de estudos. Ainda seguindo a definição estabelecida por Kerns (1999), os espaços da Biblioteca foram divididos em 5 SPUs (*Space Planning Units*): setor de processamento técnico, setor de empréstimos, setor de acervo de livros, área de estudo individual e área de estudo em grupo.

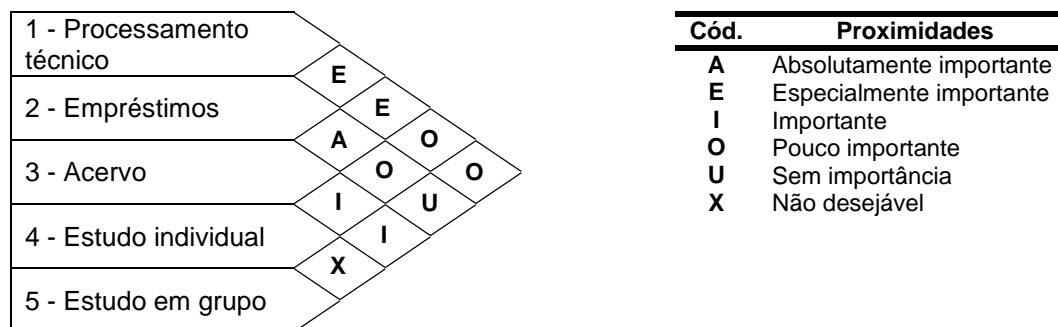
4.1.1.4 Diagrama de Relacionamentos

O diagrama de relacionamentos, conforme descrito anteriormente, deve determinar os níveis de relacionamentos entre os centros de atividades, definindo quais SPUs devem ou não ficar próximas e quais necessitam estar afastadas. A Figura 2 apresenta o diagrama resultante da análise destas características, o que tornaria possível priorizar a proximidade das SPUs com maior intensidade de relacionamento e o afastamento das que não possuem alta intensidade.

Os códigos utilizados para a definição dos graus de proximidade desejados para os SPUs utilizam as vogais e a letra X, sendo que “A” e “E” representam a maior necessidade de proximidade, e as outras vogais sugerem menor importância de

proximidade, decrescendo gradativamente. A letra “X” indica que a proximidade entre as SPUs não é desejável.

Figura 2 – Diagrama de relacionamentos das SPUs



Fonte: Dados da pesquisa (2017)

As áreas de estudo em grupo e estudo individual foram sinalizadas com X, pois o ruído dos grupos interfere e prejudica as atividades realizadas pelos usuários que utilizam o espaço sozinhos. A proximidade entre o acervo e o setor de empréstimos é considerada absolutamente importante por ser este o ponto de auxílio aos usuários que buscam livros no acervo, após a localização dos livros, a proximidade entre o setor de empréstimos e a área de estudo individual e em grupo torna-se de pouca ou nenhuma importância.

Já a necessidade de proximidade do setor de processamento técnico com o acervo e com o setor de empréstimos se justifica pela possibilidade de os bibliotecários do setor de processamento apoiarem os usuários e o funcionário atuante no setor de empréstimos em caso de questões mais complexas. A proximidade com as áreas de estudo é pouco importante.

4.1.1.5 Espaço Necessário X Espaço Disponível

O espaço físico da BIBFAR é de 141,48 m², não existindo previsão de ampliação desta área. No layout atual, são utilizados 18,24m² para o setor de processamento técnico, 14,06m² na sala de estudos em grupo, 26,23m² na sala de

estudo individual, 11,39m² no setor de empréstimos e entrada da Biblioteca, e 71,56m² no acervo de livros.

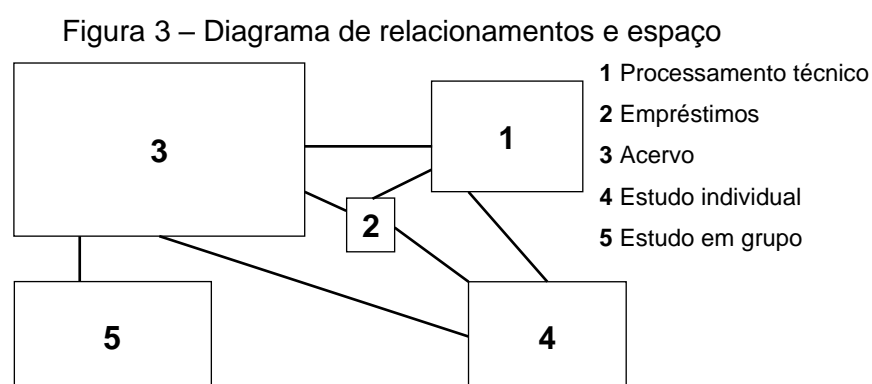
Por esses dados, percebe-se que o acervo de livros ocupa a maior área da biblioteca, seguido do espaço de estudo individual. Durante a coleta de dados, percebeu-se uma subutilização da sala de estudos em grupo, a qual possui uma mesa grande para oito pessoas que normalmente é utilizada por quatro pessoas.

4.1.2 Fase de Pesquisa

Na fase de pesquisa são elaborados o diagrama de relacionamentos e espaço, listadas as mudanças a serem consideradas e as limitações práticas, e desenvolvidas as alternativas de layout. Tais aspectos são agora discutidos.

4.1.2.1 Diagrama de Relacionamentos e Espaço

Para a elaboração do diagrama ilustrado na Figura 3, foram utilizadas as informações coletadas e já apresentadas anteriormente. Foram considerados os espaços utilizados por cada setor em uma situação mais adequada ao informado pelo SLP, com o afastamento dos setores 4 e 5, e a proximidade entre os setores 1, 2 e 3.



Fonte: Dados da pesquisa (2017)

4.1.2.2 Mudanças Consideradas e Limitações Práticas

Como limitações práticas verificadas, percebe-se a presença de 8 pilares de sustentação e de encanamentos na área da Biblioteca, posicionados nas extremidades e no centro do espaço, conforme apresentado na planta baixa da Biblioteca (Figura 4).

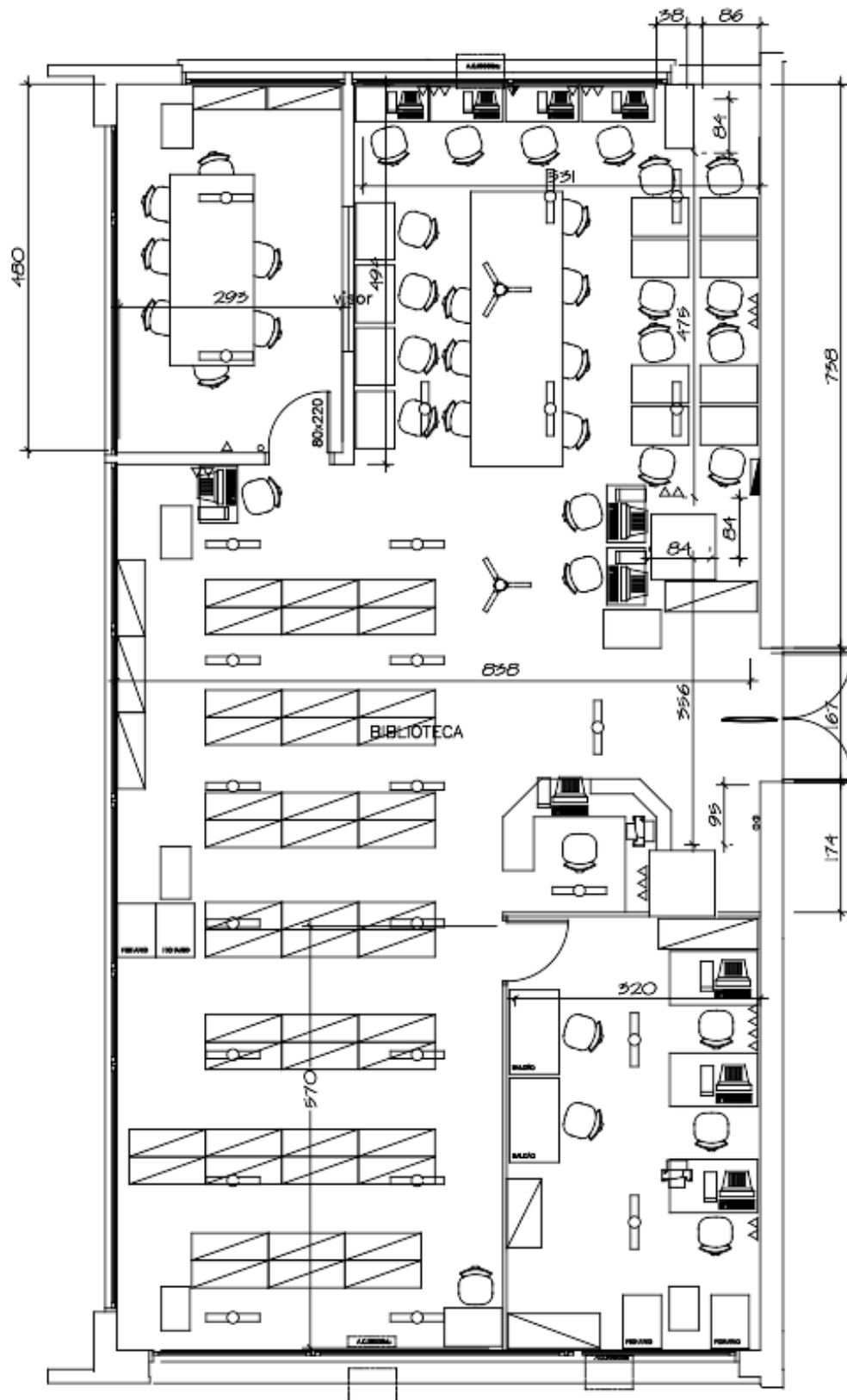
4.1.2.3 Desenvolvimento de Alternativas de Layout da Biblioteca

Para o desenvolvimento das alternativas de layout, iniciou-se pela criação de um layout preliminar, ignorando as limitações práticas existentes e considerando apenas os requisitos de área e de relacionamento para cada SPU. O primeiro critério para a distribuição das SPUs foi a separação das áreas que não devem ficar próximas (identificadas por “X” no diagrama de relacionamentos). Em seguida, foram posicionadas as SPUs com maior número de “A”s; na sequência, partiu-se para os relacionamentos “E”, “I”, “O” e “U”.

4.1.2.3.1 Layout atual

O desenvolvimento das alternativas de layout partiu da planta atual da BIBFAR (Figura 4). A estrutura existente é a mesma há pelo menos 25 anos, com poucas alterações para adequação para utilização de equipamentos de informática (tanto para uso dos usuários, quanto pelos funcionários da Biblioteca).

Figura 4 – Planta atual da BIBFAR



Fonte: Imagem fornecida pela arquiteta Rita Maria Mendonça de Figueiredo

Estão disponíveis para os usuários 31 assentos para estudos, sendo 8 na sala de estudos em grupo. Também existem 7 computadores para consulta ao catálogo da Biblioteca e à Internet. Apenas um armário guarda-volumes está à disposição dos alunos, com 16 espaços para armazenamento, fechados por cadeados (insuficientes para a demanda de usuários). Tal restrição pode causar problemas de segurança, visto que os usuários acessam o acervo com bolsas e mochilas sem supervisão (criando o risco de que livros saiam do ambiente da biblioteca sem o devido registro).

O acervo de livros, composto por 10.809 exemplares, está distribuído em 47 estantes, com 230 prateleiras. Existem 6 mesas de trabalho, 1 no setor de empréstimos e cinco no setor de processamento técnico.

A disposição atual dos setores no espaço físico é motivo de queixas dos usuários da Biblioteca. A proximidade da área de estudos em grupo (mais ruidosa), com a área de estudo individual (que requer mais silêncio), tem prejudicado as avaliações da Biblioteca pelos alunos.

Além disso, a sala de estudos em grupo possui uma mesa grande, para 8 pessoas, normalmente utilizada por 3 ou 4, o que torna o espaço subutilizado, deixando pelo menos 4 lugares ociosos. Existem solicitações, por parte dos usuários, da criação de mais espaços de estudos em grupo.

As mesas destinadas ao estudo individual existentes são de pequenas dimensões (75cmX50cm), o que não permite a abertura dos materiais de estudos e de um computador portátil, por exemplo. Há na sala de estudo individual uma grande mesa, com 10 lugares, também dificilmente ocupados na totalidade. A existência desta mesa ainda gera outro problema, a formação de grupos de estudos em uma área cuja finalidade exige silêncio. Estudos afirmam que, embora os usuários busquem estudar juntos em alguns momentos, eles também evitam estar muito perto uns dos outros quando escolhem mesas para estudar sozinhos, como sugerido em pesquisas que examinam comportamentos humanos relacionados à privacidade, territorialidade e espaço pessoal (İMAMOĞLU; GÜREL, 2016). De tal forma, percebe-se que, de um total de 23 assentos individuais, normalmente 16 são utilizados (o que resulta em 7 assentos individuais tipicamente vazios).

Foram propostas seis alternativas de layout para o setor em estudo, buscando a manutenção ou o aumento do número de prateleiras de armazenamento de livros,

garantia do número de estações de trabalho adequado ao contingente atual, aumento do número de assentos para estudo individual e aumento dos assentos para estudo em grupo. Estas alternativas estão ilustradas nas Figuras de 5 a 10 e suas vantagens e desvantagens discutidas na sequência.

4.1.2.3.2 Primeira Proposta de Layout

A primeira alternativa de layout (Figura 5) foi elaborada levando em consideração, além do indicado pelo SLP, reuniões realizadas com a participação da equipe da Biblioteca, a arquiteta responsável pelo prédio da Faculdade de Farmácia e a Direção da Faculdade de Farmácia. Na elaboração desta primeira alternativa, buscou-se a menor modificação estrutural possível, mantendo as paredes internas de alvenaria e as divisórias de vidro como no layout atual. O acervo também não seria movimentado, reduzindo assim os custos e a carga de trabalho para a viabilização das alterações sugeridas.

Esta proposta altera a localização de apenas dois setores: o Setor de Processamento Técnico e a sala de estudos em grupo. Esta última seria dividida em duas, uma para 4 e a outra para 6 ou 7 pessoas, tornando o espaço com maior potencial de utilização. Esta alteração segue as premissas do SLP, mantendo afastados os setores com indicação de proximidade indesejada (estudo em grupo e individual) e mantendo a proximidade desejada entre os outros setores.

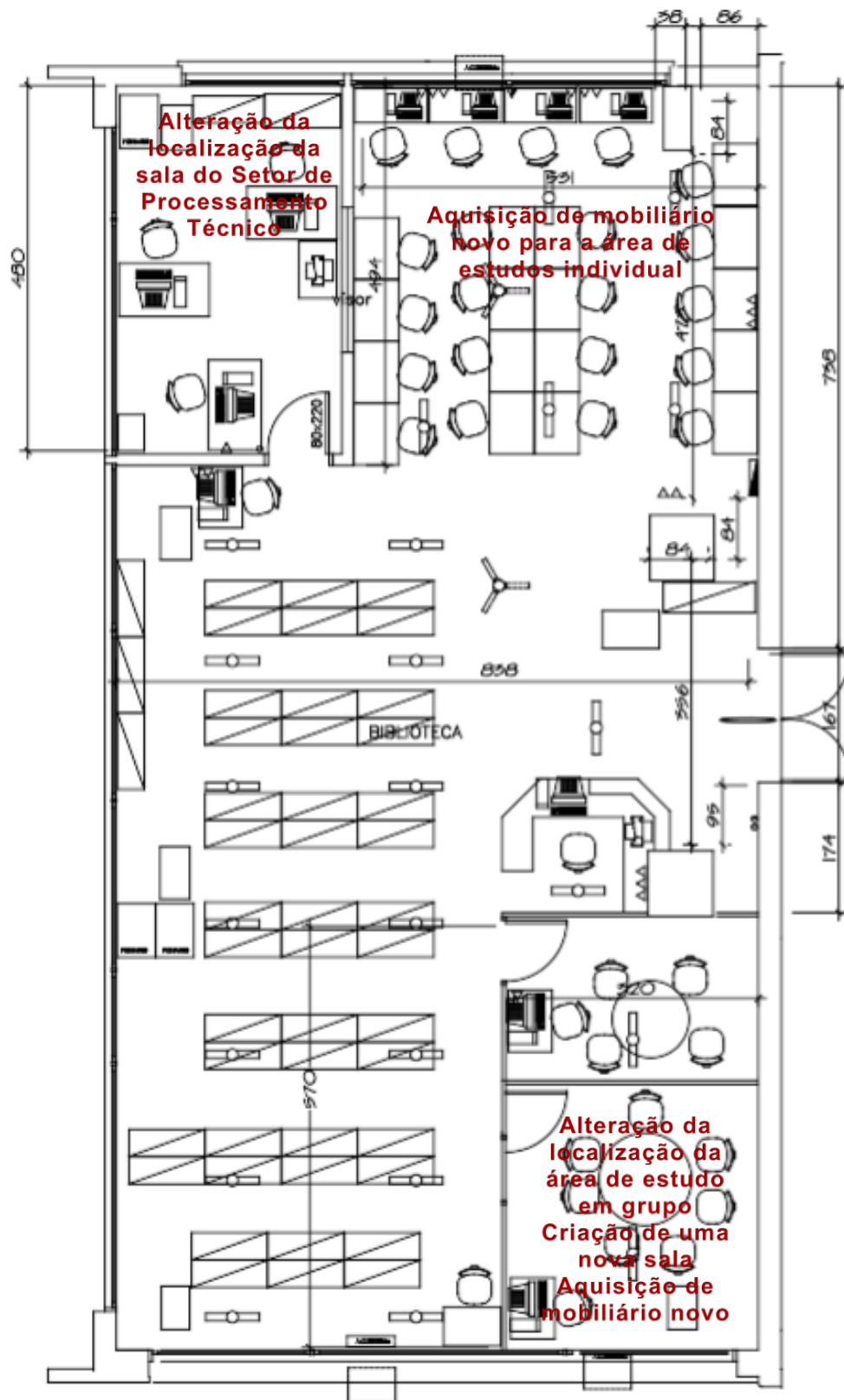
Observa-se ainda que a modificação no número de assentos para estudo individual, com a proposta de substituição da mesa de estudos para oito pessoas por estações individuais, reduz a ociosidade dos assentos. As medidas utilizadas para a elaboração da proposta de layout foram estabelecidas pela equipe da Biblioteca e pela Direção (mesas individuais de 80cmX60cm). Foram mantidas as estações de trabalho para todos os funcionários atuantes nesse momento (3 bibliotecárias e um atendente no setor de empréstimos). Na Tabela 8 são comparados os layouts atual e sugeridos na proposta 1.

Tabela 8 - Comparativo layout atual versus proposta 1

Característica	Layout atual	Proposta 1
Nº de prateleiras	230	230
Nº de assentos individuais	23	18
Nº de assentos em grupo	8	11
Nº de postos de trabalho	6	4
Nº de computadores para consulta	7	7

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Figura 5 – Layout da proposta 1



Fonte: Dados da pesquisa, com base na planta atual (2017)

4.1.2.3.3 Segunda Proposta de Layout

A segunda proposta de layout não mais considerou a redução de custos ou de carga de trabalho, sugerindo alterações maiores no layout, mas não na estrutura física do espaço, com as paredes de alvenaria sendo mantidas na condição atual.

A alteração mais visível nesta proposta é a posição das estantes do acervo, que seriam invertidas. Também haveria uma redução no número de estantes (de 47 para 43), porém o número de prateleiras seria aumentado com a aquisição de estantes com uma prateleira adicional. Para a viabilização da utilização destas estantes, seria necessária também a aquisição de escadas de 3 degraus, para acessar a prateleira mais elevada.

Como na primeira proposta, a sala do Setor de Processamento Técnico seria alterada, mas a localização das salas de estudo em grupo seria próxima a esta, deslocando a área de estudo individual para próximo ao acervo (proximidade recomendada pelo SLP).

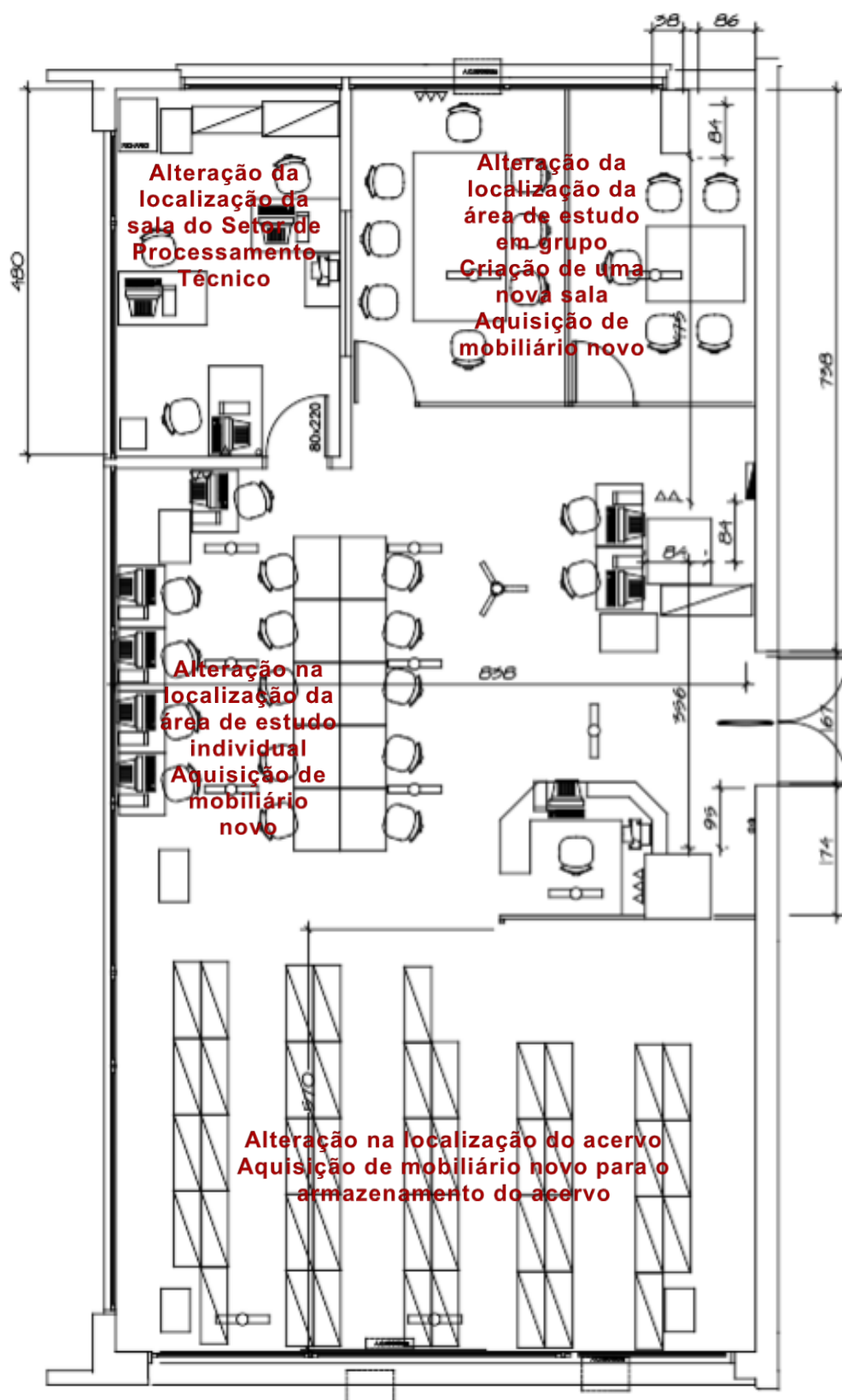
As salas de estudo em grupo seriam maiores, uma delas comportando 8 pessoas e a outra 5, elevando ainda mais o potencial de utilização. As mesas de estudo individual utilizam as mesmas medidas da proposta 1 (mesas individuais de 80cmX60cm). Foram mantidas as estações de trabalho para todos os funcionários atuantes nesse momento (3 bibliotecárias e um atendente no setor de empréstimos). A Tabela 9 apresenta uma comparação entre o layout atual e a proposta 2.

Tabela 9 - Comparativo layout atual *versus* proposta 2

Característica	Layout atual	Proposta 2
Nº de prateleiras	230	258
Nº de assentos individuais	23	10
Nº de assentos em grupo	8	13
Nº de postos de trabalho	6	4
Nº de computadores para consulta	7	7

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Figura 6 - Layout da proposta 2



Fonte: Dados da pesquisa, com base na planta atual (2017)

4.1.2.3.4 Terceira Proposta de Layout

A terceira proposta configura-se em uma melhoria da segunda, pois apresenta como modificação basilar a alteração da localização do balcão de empréstimos, criando assim mais espaço para os armários guarda-volumes (aumentando dos atuais 16 espaços de armazenamento para mais de 48), e mantendo a proximidade desejada entre o balcão de empréstimos e o Setor de Processamento Técnico (recomendação do SLP).

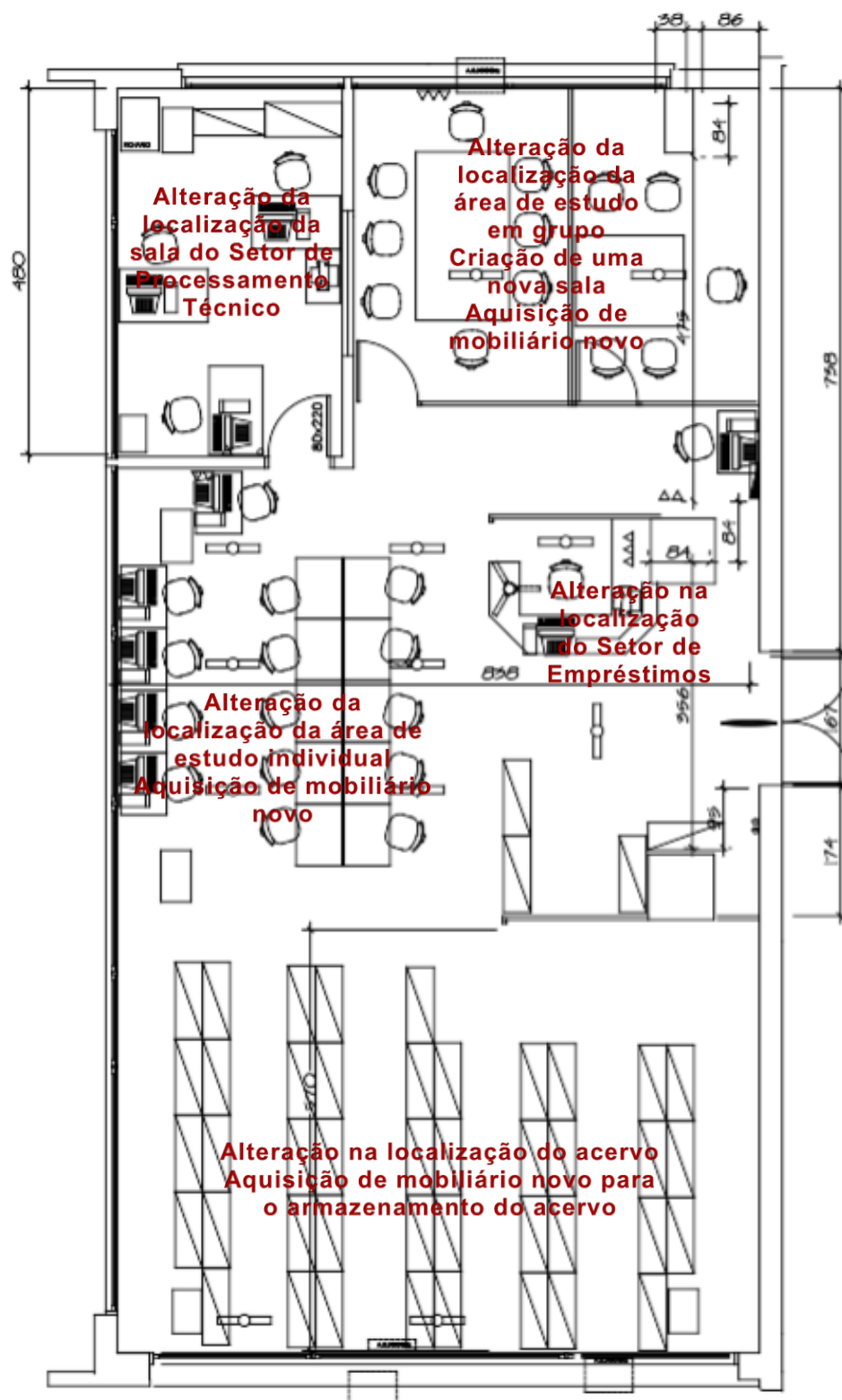
Uma vantagem desta alternativa (já trazida pelas propostas 2 e 3) é o afastamento da área de estudo individual da parede em que se localiza a porta de acesso, a qual é caracterizada por ruídos elevados. A grande desvantagem das duas propostas (2 e 3) é a proximidade das áreas de estudo em grupo e individual, que hoje resulta em queixas por parte dos usuários. A Tabela 10 apresenta uma comparação entre o layout atual e a proposta 3.

Tabela 10 - Comparativo layout atual *versus* proposta 3

Característica	Layout atual	Proposta 3
Nº de prateleiras	230	258
Nº de assentos individuais	23	10
Nº de assentos em grupo	8	13
Nº de postos de trabalho	6	4
Nº de computadores para consulta	7	7

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Figura 7 - Layout da proposta 3



Fonte: Dados da pesquisa, com base na planta atual (2017)

4.1.2.3.5 Quarta Proposta de Layout

A quarta proposta de layout inverte o posicionamento das salas de estudo em grupo e da sala do Setor de Processamento Técnico. Isso ampliaria a área desta segunda sala, com a possibilidade de inclusão de uma mesa adicional de trabalho, e aproximaria o setor do balcão de empréstimos. No entanto, tal alteração aproximaria as áreas de estudo individual e em grupo, que devem se manter afastadas, de acordo com o sugerido pelo SLP.

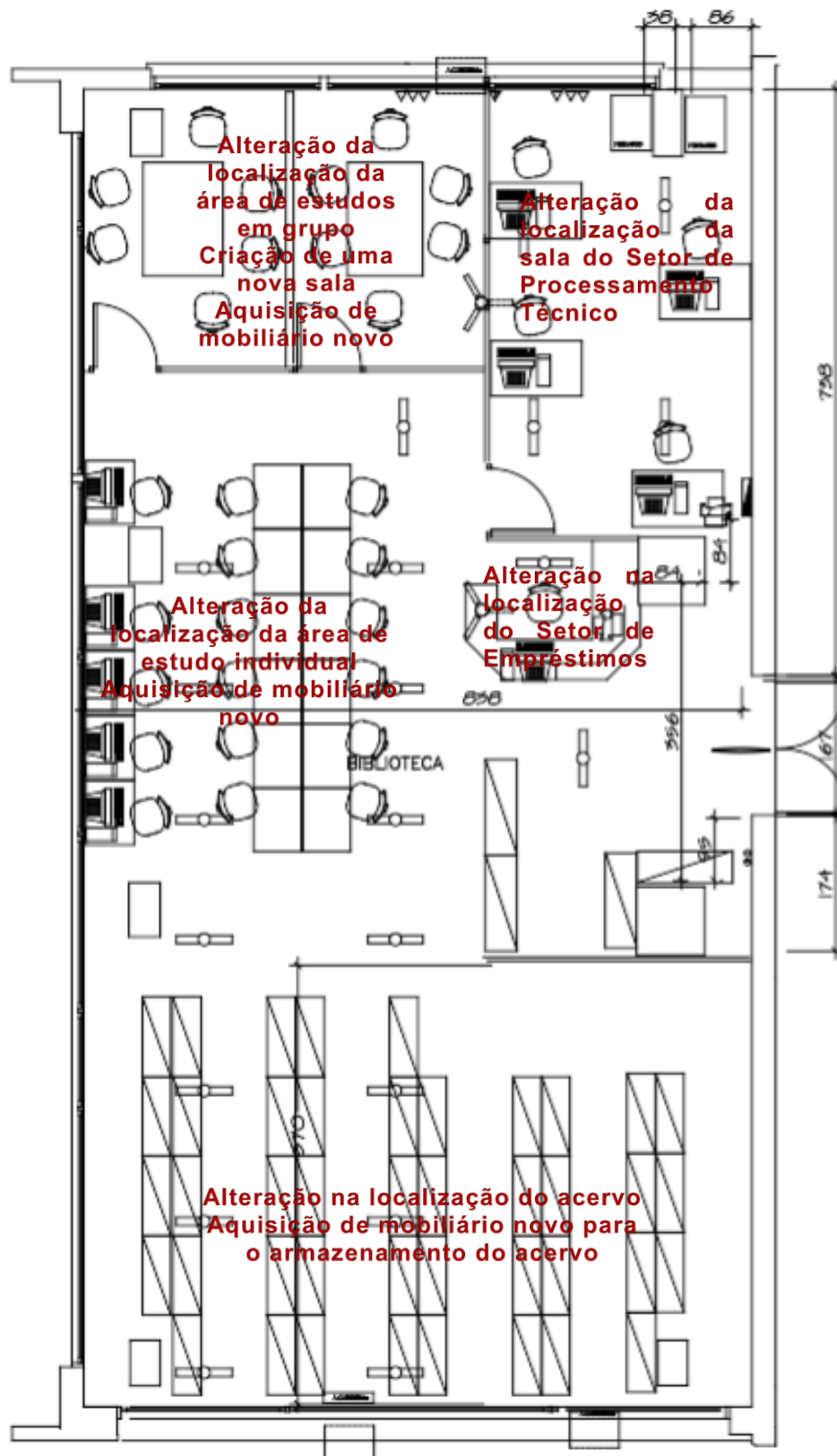
Esta proposta também necessita de substancial modificação da estrutura física atual, com a retirada das paredes de alvenaria existentes e alteração do posicionamento das paredes divisórias. Como nas propostas 2 e 3, este arranjo somente seria possível com a aquisição de novas estantes, com 6 prateleiras cada. A Tabela 11 apresenta uma comparação entre o layout atual e a proposta 4.

Tabela 11 - Comparativo layout atual *versus* proposta 4

Característica	Layout atual	Proposta 4
Nº de prateleiras	230	258
Nº de assentos individuais	23	12
Nº de assentos em grupo	8	12
Nº de postos de trabalho	6	5
Nº de computadores para consulta	7	5

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Figura 8 - Layout da proposta 4



Fonte: Dados da pesquisa, com base na planta atual (2017)

4.1.2.3.6 Quinta Proposta de Layout

A proposta 5 inverte o posicionamento do acervo em relação ao layout atual, mantém o setor de Processamento Técnico na posição atual e desloca a área de estudo individual para a outra extremidade do espaço (garantindo uma distância adequada em relação às salas de estudo em grupo, como sugerido pelo SLP). A grande desvantagem deste layout é que a área de estudo individual ficou próximo a uma avenida bastante movimentada. Além disso, tal arranjo oferece proximidade com o andar térreo do prédio, onde estão localizadas as mesas de um restaurante. De tal forma, tal arranjo é entendido como muito suscetível ao barulho.

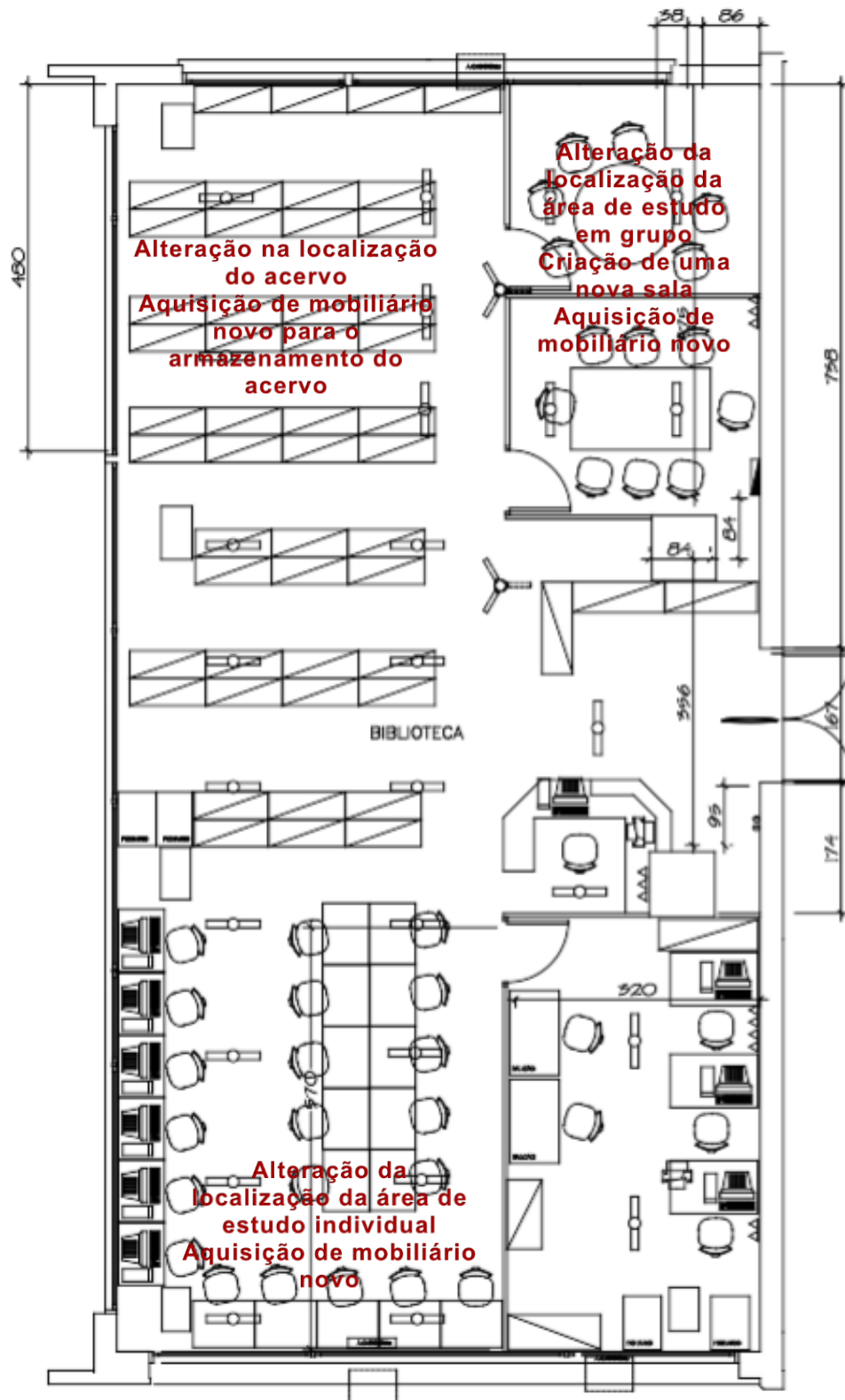
Para a execução das alterações sugeridas, seria necessária a demolição das paredes internas de alvenaria; no entanto, poderiam ser mantidas as paredes divisórias do setor de Processamento Técnico. As estantes existentes também poderiam ser aproveitadas, reduzindo os custos do projeto. Por fim, o número de assentos seria aumentado, tanto para estudo em grupo quanto para individual, em relação às outras propostas. A Tabela 12 apresenta uma comparação entre o layout atual e a proposta 5.

Tabela 12 - Comparativo layout atual *versus* proposta 5

Característica	Layout atual	Proposta 5
Nº de prateleiras	230	288
Nº de assentos individuais	23	15
Nº de assentos em grupo	8	14
Nº de postos de trabalho	6	6
Nº de computadores para consulta	7	6

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Figura 9 - Layout da proposta 5



Fonte: Dados da pesquisa, com base na planta atual (2017)

4.1.2.3.7 Sexta Proposta de Layout

Por fim, a sexta proposta teve como base a quinta, com a inversão do posicionamento dos setores, visando à redução de ruídos na área de estudo individual e no setor de Processamento Técnico. Com a retirada das paredes de alvenaria, seria possível aumentar o número de estantes, e com a aquisição das estantes de 6 prateleiras, aumentar o número de prateleiras (sendo menor apenas que o apresentado na proposta 5). Nesta proposta, não é necessária a modificação do espaço físico dedicado ao acervo, o que, caso não seja possível a aquisição de novas estantes, reduz o investimento, apesar de manter o número atual de prateleiras para o acervo.

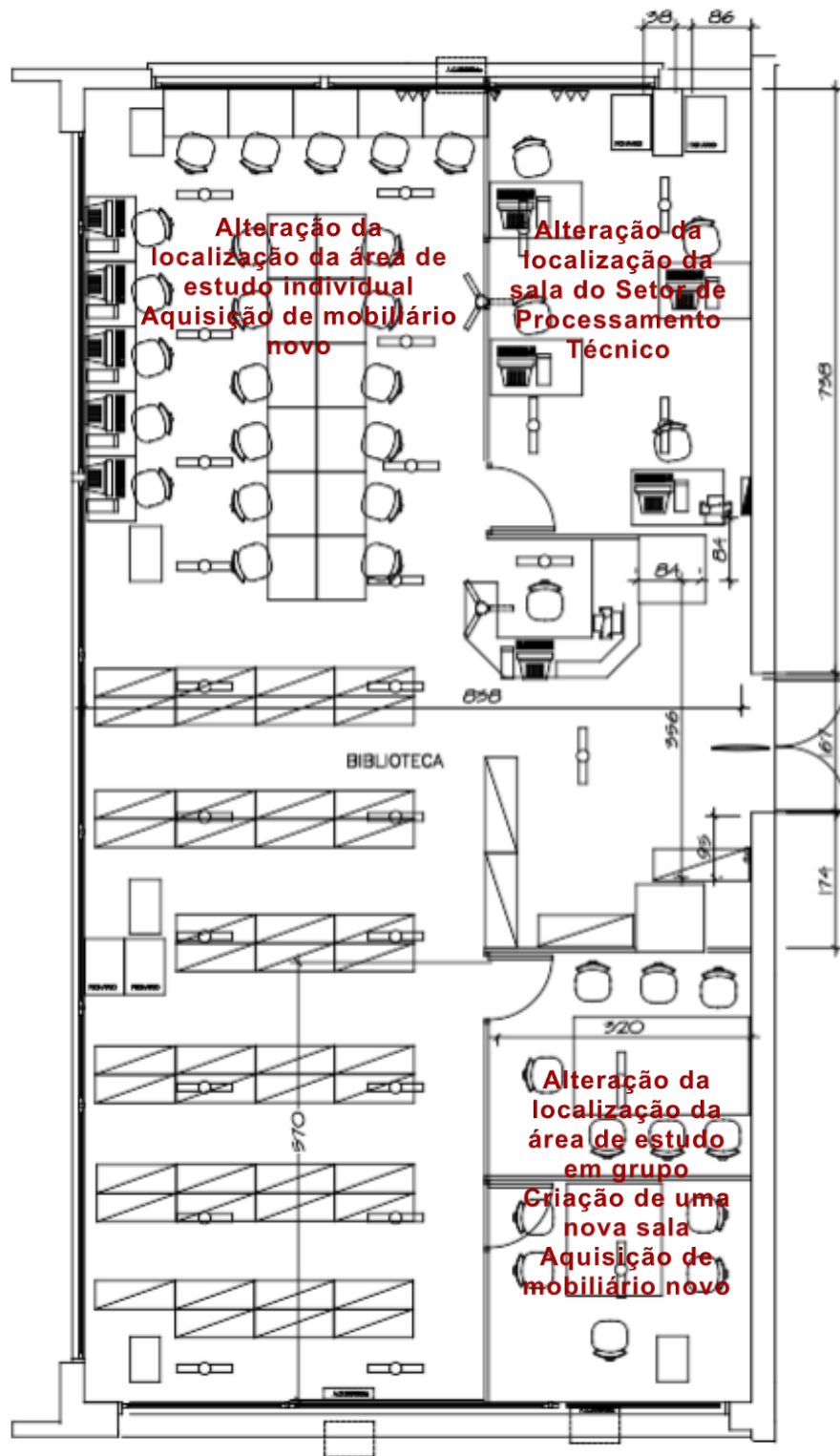
Com a inversão do posicionamento, foi ainda possível ampliar a sala do Setor de Processamento Técnico, viabilizando a instalação de uma mesa adicional de trabalho. O número de assentos individuais é o maior de todos os layouts propostos e o de espaços para guarda de volumes também. A Tabela 13 apresenta uma comparação entre o layout atual e a proposta 6.

Tabela 13 - Comparativo layout atual *versus* proposta 6

Característica	Layout atual	Proposta 6
Nº de prateleiras	230	270
Nº de assentos individuais	23	17
Nº de assentos em grupo	8	12
Nº de postos de trabalho	6	6
Nº de computadores para consulta	7	5

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Figura 10 - Layout da proposta 6



Fonte: Dados da pesquisa, com base na planta atual (2017)

4.1.3 Fase de Seleção

A seleção do layout mais adequado ao espaço físico da BIBFAR foi feita em reunião com a participação da equipe da Biblioteca e da Direção da Unidade. Para tanto, foram considerados os critérios de seleção estabelecidos para o projeto, sendo eles a minimização de movimentação do acervo, a menor modificação na estrutura física já existente (evitando assim o fechamento da Biblioteca por longo período), o maior distanciamento entre os setores com proximidade indesejada, e a viabilidade orçamentária da execução do projeto. A comparação dos dados referentes às propostas de layout está ilustrada no Quadro 5.

Quadro 5 – Comparativo entre as propostas de layout

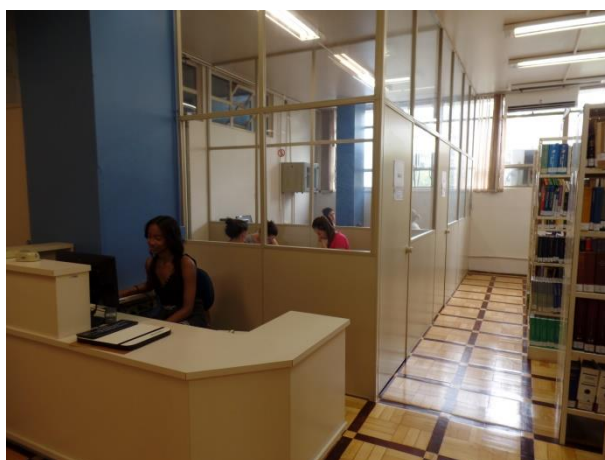
	Nº de prateleiras	Nº de assentos individuais	Nº de assentos em grupo	Nº de postos de trabalho	Nº de computadores para consulta	Remoção de paredes	Movimentação de divisórias	Movimentação de acervo
Proposta 1	230	18	11	4	7	Não	Não	Não
Proposta 2	258	10	13	4	7	Não	Sim	Sim
Proposta 3	258	10	13	4	7	Não	Sim	Sim
Proposta 4	258	12	12	5	5	Sim	Sim	Sim
Proposta 5	288	15	14	6	6	Sim	Não	Sim
Proposta 6	270	17	12	6	5	Sim	Não	Não

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Mediante avaliação destes critérios, foi selecionada a Proposta 1, por ser a de menor impacto financeiro e a que exige menor modificação no ambiente e na estrutura já existente. Os critérios de seleção estabelecidos foram atendidos, pois a proposta não necessita de movimentação do acervo, a estrutura atual não necessita de grandes alterações, os dois setores que necessitam ficar afastados (sala de estudos em grupo e área de estudo individual) estão em pontos opostos do espaço. Além disso, tal proposta permite a criação de uma sala adicional de estudos, com quatro assentos. Em termos de operacionalização, as alterações previstas na proposta 1 estão sendo postas em prática conforme a viabilidade orçamentária da Faculdade de Farmácia. Até setembro de 2017, foi realizada a instalação das duas salas de estudo em grupo (cada uma equipada com um computador para pesquisa) (Figura 11), a alteração da sala do Setor de Processamento Técnico (Figura 12) e a aquisição de mobiliário novo,

com a separação das mesas de estudo individual (Figura 13). Com as alterações realizadas, esperam-se melhorias no uso dos assentos individuais e das salas de estudo em grupo. A avaliação recebida dos alunos usuários da biblioteca foi bastante positiva, com elogios às modificações feitas e à separação dos espaços mais ruidosos dos silenciosos, além de se verificar uma ocupação quase permanente das duas salas de estudo em grupo, frequentemente com uso total dos assentos.

Figura 11 - Salas de estudo em grupo



Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Figura 12 - Setor de processamento técnico



Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Figura 13 - Sala de estudo individual



Fonte: Dados da pesquisa (2017)

4.2 CNA: AGRUPAMENTO E ORGANIZAÇÃO DOS LIVROS DE ACORDO COM O MÓDULO A QUE PERTENCEM

O acervo de livros da BIBFAR, assim como grande parte das bibliotecas do SBUFRGS, está ordenado de acordo com a Classificação Decimal Universal (CDU), sistema de classificação que busca agrupar os livros segundo os assuntos tratados (PRADO, 2000). Tal acervo é distribuído em 230 prateleiras de 7 conjuntos de estantes, em aproximadamente 60 m². A ordenação por assuntos possibilita a localização de livros relacionados pela proximidade, mas também torna mais dispersas as obras indicadas como bibliografias das disciplinas do curso de Farmácia.

Os livros indicados como bibliografias das disciplinas específicas para cada FDC encontram-se dispersos no acervo, ordenados de acordo com os assuntos de que tratam, conforme explicitado anteriormente. Esta dispersão dificulta a localização dos livros por parte dos usuários, aumentando a movimentação e causando demoras no processo, quando não impede a efetivação da retirada do material (em certas ocasiões, o usuário desiste de buscar o livro por não o encontrar rapidamente). De tal forma, entende-se que um melhor agrupamento e organização dos livros de acordo com os módulos a que se destinam pode melhorar a identificação dos títulos de interesse, bem como uniformizar os fluxos entre as prateleiras.

Para a aplicação do CNA, estabeleceu-se que as linhas da matriz A trazem as FDCs (no algoritmo original do CNA são representadas as máquinas); nas colunas, onde originariamente estão listadas as peças que passam pelas máquinas, são listados os livros em ordem de posicionamento nas estantes. Um recorte da matriz A é ilustrado na Figura 14, as tabelas completas constam dos apêndices desta dissertação.

Alguns livros são indicados para mais de uma disciplina e para mais de uma FDC, o que se assemelha ao apresentado no exemplo teórico apresentado por Boe e Cheng (1991). No estudo em questão, percebe-se, por exemplo, que os livros 2 e 19 foram indicados por disciplinas de dois módulos, ao passo que os livros 132 e 133 foram indicados para disciplinas dos cinco módulos; os outros são indicados apenas por disciplinas de um módulo.

Figura 14 – Matriz inicial A (livros na configuração atual das estantes)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	130	131	132	133	134
FDC1	1																						1	1	
FDC2																		1	1						
FDC3						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1				
FDC4	1	1	1	1	1																		1	1	1
FDC5																							1	1	

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Com base nas informações apresentadas na Figura 14, foi elaborada a Matriz B (Figura 15), seguindo as etapas do CNA. O reordenamento das linhas foi realizado conforme os critérios apresentados na Figura 16.

Figura 15 - Matriz B – agrupamento estágio 1

FDC	1	2	3	4	5	Si
1	-	7	4	7	2	20
2	7	-	13	14	2	36
3	4	13	-	18	5	40
4	7	14	18	-	5	44
5	2	2	5	5	-	14

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Figura 16 – Critérios de decisão para reordenação da matriz A

Índice Linhas	Módulos Possíveis	Módulo Selecionado	Razão
v=1	4	4	S4=máximo
v=2	3	3	b34=máximo
v=3	2	2	b23=máximo
v=4	1	1	b12=máximo
v=5	5	5	b51=máximo

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Seguindo as etapas para o agrupamento dos livros com a utilização do CNA, foi elaborada a matriz A intermediária (Figura 17). O novo ordenamento das linhas da matriz sugere a seguinte sequência: 4, 3, 2, 1 e 5 (Figura 18).

Figura 17 – Matriz A intermediária, com linhas reordenadas após estágio 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	130	131	132	133	134
FDC4	1	1	1	1	1																				
FDC3						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1					
FDC2																		1	1						
FDC1	1																								
FDC5																									

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Já na A intermediária percebe-se um benefício em relação à matriz original A, pois há uma aproximação dos livros utilizados pelas FDCs 4, 3 e 2, que compartilham do maior número de títulos.

Após a reorganização da planilha, passou-se ao próximo estágio, com o estabelecimento da nova ordenação das colunas, como ilustrado nas Figuras 18 e 19.

Figura 18 – Reordenamento das colunas, fase 1 do estágio 2

v1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	130	131	132	133	134
seq1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	0	3	3	1
seq2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0
seq1>seq2	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
coluna	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			81	82	83

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Figura 19 – Reordenamento das colunas, fase 2 do estágio 2

v4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	130	131	132	133	134
seq1		1																			0	0			
seq2		0																			1	1			
seq1>seq2		X																							
coluna		84																			133	134			

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A matriz solução elaborada (Figura 20) sugere a geração de dois agrupamentos, com 83 livros a serem inseridos no primeiro grupo e 51 no segundo.

Figura 20 – Matriz solução

	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	122	123	127	130	131
FDC4	1	1	1	1																					
FDC3					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1					
FDC2																	1	1							
FDC1																									
FDC5																					1	1	1		1

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Após a aplicação do CNA, percebeu-se a formação de dois grupos distintos, que agregaram os seguintes temas:

- grupo 1: FDC4 (produção e controle de medicamentos e cosméticos), FDC3 (insumos farmacêuticos) e FDC2 (assistência farmacêutica);
- grupo 2: FDC1 (análises clínicas e toxicológicas) e FDC5 (ciências e tecnologia de alimentos).

Percebe-se uma relação entre os temas que formaram cada grupo. No primeiro grupo, merecem destaque assuntos ligados a insumos, produção e administração de medicamentos; no segundo grupo evidenciam-se temas relacionados a testes laboratoriais. Os grupos também compartilham de disciplinas, o que pode ser exemplificado pelo livro 125, indicado na bibliografia de uma disciplina compartilhada pelas FDCs 2, 3 e 4; já o livro 53 é indicado na bibliografia de uma

disciplina compartilhada pelas FDCs 1, 2 e 4. Analisando as disciplinas oferecidas para cada uma das FDCs, percebeu-se um alinhamento com o resultado obtido nos grupos gerados pelo algoritmo CNA.

A criação de um espaço onde os livros indicados como bibliografias ficassem separados do restante do acervo possibilitaria maior agilidade na localização dos livros realmente utilizados pelos usuários e menor movimentação desnecessária pelo setor de acervo. Como exemplo, pode-se citar a obra 35 que, no contexto atual, está armazenada na 20ª prateleira do 4º conjunto de estantes. Com a aplicação das alterações sugeridas, passaria a ser posicionada entre as 10 primeiras prateleiras do primeiro conjunto de estantes, mais próxima da porta, do setor de empréstimos e também das mesas de estudos, para o caso de o usuário preferir utilizar o livro na Biblioteca ao invés de retirá-lo. Esse posicionamento reduziria significativamente a movimentação e o tempo despendido pelo usuário para a localização dos livros de seu interesse principal, os relacionados como bibliografias das disciplinas.

Outra modificação relevante que os resultados obtidos pelo CNA possibilitariam pode ser exemplificada pelo posicionamento dos livros 2 e 132. No contexto atual, as obras ficam em extremos opostos do acervo: enquanto o primeiro se localiza na 5ª prateleira do segundo conjunto de estantes, o segundo está armazenado na 4ª prateleira do penúltimo conjunto de estantes. Tal arranjo leva alunos do módulo FDC 1 que necessitam dos dois livros a transitarem por todo o acervo em busca dos mesmos. Caso as alterações propostas pelo algoritmo sejam postas em prática, os dois livros seriam armazenados no mesmo conjunto de estantes.

Para avaliação quantitativa do desempenho da aplicação do CNA, avaliou-se a eficiência do agrupamento formado seguindo a formulação sugerida por Boe e Cheng (1991). No que diz respeito à proporção de elementos extra-celulares, o resultado obtido foi 0,0470; já a proporção de espaços ocupados nas células foi de 0,4758, o que levou ao resultado de 71,4% de eficiência do agrupamento. Como não havia nenhum tipo de agrupamento anterior, não há valores de referência para efeitos de comparação. Intuitivamente, tal valor sugere um agrupamento adequado dos livros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação aplicou sistemáticas de concepção de layout visando ao planejamento e aprimoramento do arranjo físico de uma biblioteca. Para tanto, foram estabelecidos objetivos específicos que incluíram a aplicação do planejamento sistemático de layout (SLP) para o posicionamento de recursos e organização dos fluxos de uma biblioteca, a proposição de diversos arranjos alternativos de layout e discussão em torno de sua real aplicabilidade, e a adaptação do algoritmo *Close Neighbor* para organização de materiais bibliográficos (livros) em prateleiras existentes em uma área específica do espaço em análise.

Para consecução dos objetivos, foi inicialmente apresentada uma contextualização teórica sobre os tipos de layout e importância do adequado planejamento do layout, independentemente do tipo de organização sob análise. Os estudos teóricos verificados destacam ainda a relevância do impacto do layout na percepção de qualidade dos clientes, sobretudo em organizações de serviços, dentre as quais as bibliotecas se enquadram.

Como ferramenta consagrada em estudos de arranjo físico, o SLP e suas três fases de implantação foram descritos e estudados para aplicação na biblioteca pesquisada. Mesmo sendo uma ferramenta tradicionalmente desenvolvida para implantação em organizações de manufatura, existem diversos estudos que o adaptaram para utilização em organizações de serviços, área de saúde e restaurantes, entre outras (VEGA; SPIEGEL; CAULLIRAUX, 2013; BENITEZ, 2017; SANTOS; GOHR; LAITANO, 2012; FLESSAS et al., 2015; I; IBRAHIM, 2014).

A aplicação do SLP nesta dissertação seguiu a estrutura de fases desenvolvida por Muther (1961), sendo que, na fase de análise, foram levantados os dados de movimentação dos usuários no ambiente da biblioteca, assim como o volume de empréstimos e devoluções de documentos. Foi ainda elaborado o diagrama de relacionamentos, descrevendo o grau de importância das relações entre as áreas da biblioteca. Na fase de pesquisa foram analisados os aspectos relacionados ao funcionamento da biblioteca, dentre eles a movimentação do acervo de livros, as limitações de estrutura física da sala. Por fim, a fase de seleção, que envolveu a equipe da biblioteca e a Direção da Faculdade de Farmácia, avaliou diversos aspectos

para identificação do arranjo mais apropriado, os quais incluíram a minimização de movimentação do acervo, menor modificação na estrutura física já existente, maior distanciamento entre os setores com proximidade indesejada, e viabilidade orçamentária da execução do projeto.

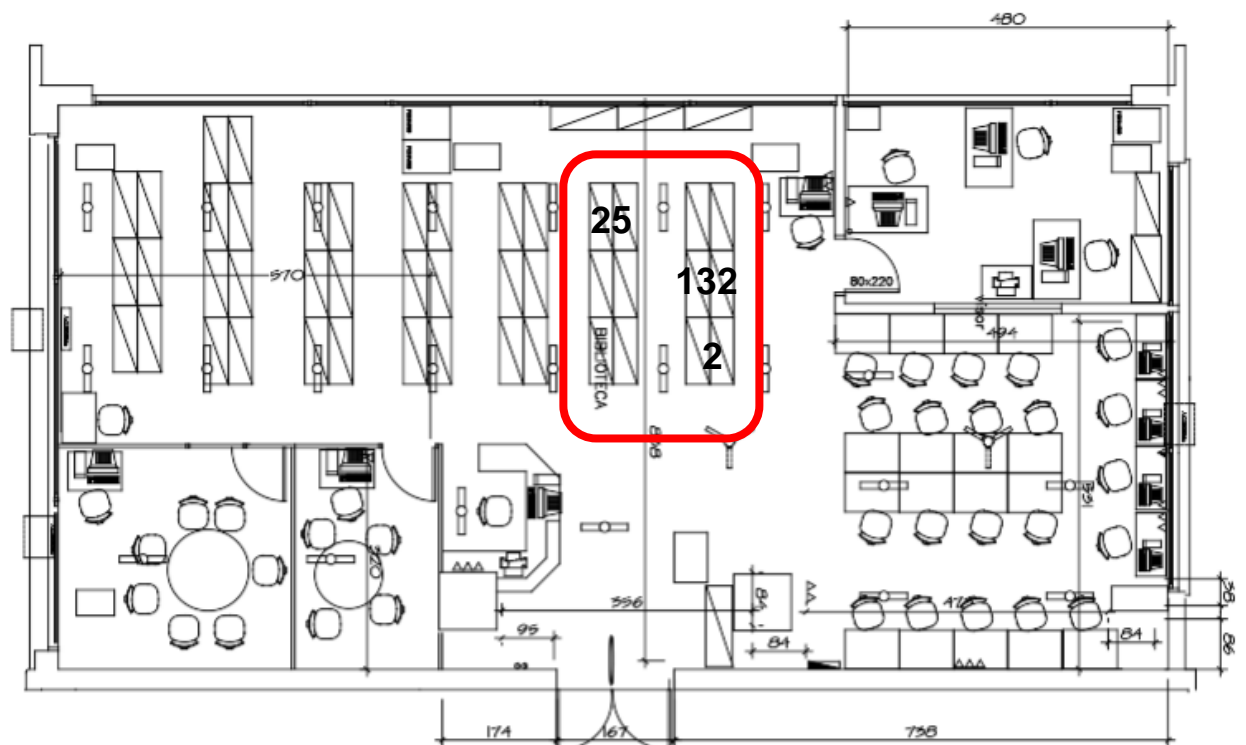
Como resultado da aplicação desta ferramenta, foram obtidas seis propostas de layout para o projeto de reforma da biblioteca, todos com sugestões de melhorias quanto ao mobiliário e ao posicionamento das áreas no espaço físico disponível. Dentre as propostas, a selecionada foi aquela que necessitava menor investimento financeiro e que demandava menores modificações na estrutura física prévia. Esta decisão foi tomada em conjunto entre a equipe da biblioteca e a Direção da Unidade. A implantação do layout selecionado ocorreu em setembro de 2017, sofrendo alguns ajustes para adequação à disponibilidade financeira da Faculdade. Com isso, houve uma pequena redução no número planejado de assentos para estudo individual, uma mudança na disposição das estantes e uma alteração no tamanho das salas de estudos.

O CNA, algoritmo originalmente desenvolvido para aplicações em contexto de manufatura, foi direcionado à organização de materiais bibliográficos (livros) indicados como bibliografia básica das disciplinas do curso de Farmácia, em prateleiras existentes em uma área específica do espaço em análise. A motivação para esta sugestão de alteração da disposição dos livros está em uma característica do curso de Farmácia: a partir de determinada etapa do currículo, as disciplinas visam à especialização do aluno em uma das áreas de formação do âmbito profissional. Em decorrência da divisão do curso em cinco módulos, o acervo de livros na configuração atual acaba por manter dispersos os livros mais utilizados. A aplicação do CNA visou a facilitar o acesso aos livros mais utilizados, organizando-os de acordo com o assunto de interesse dos alunos (tipicamente relacionados às disciplinas que terão de cursar em cada um dos cinco grupos). Após a utilização do CNA, percebeu-se uma analogia entre os temas que formaram cada grupo pela relação entre as atividades de cada FDC e pelo compartilhamento de disciplinas entre elas. A alteração sugerida na localização dos livros possibilita maior agilidade na localização dos livros realmente utilizados pelos usuários e menor movimentação pelo setor de acervo.

A aplicação das duas ferramentas, SLP e CNA, resultou em propostas de modificação distintas que, quando combinadas, trazem uma melhoria visível na

movimentação dos usuários no espaço físico da biblioteca, no tempo de atendimento às solicitações de auxílio na busca de livros, e na independência do usuário para localização dos materiais que realmente lhe interessam. A utilização do SLP no planejamento do espaço físico da biblioteca possibilitou que a Direção da Faculdade vislumbrasse outras possibilidades para o ambiente, que por ora não puderam ser implantadas (foi selecionada a proposta que necessitava de menor investimento financeiro). Para ilustrar o resultado da aplicação conjunta das ferramentas, a Figura 21 apresenta os exemplos citados de modificações que ocorreriam com a implantação do proposto pelo CNA na proposta de layout selecionada. Pode-se perceber que o layout selecionado manteria a área de acervo destinada às obras indicadas nas bibliografias de disciplinas próxima à área de estudo individual e ao Setor de Empréstimos, o que facilitaria o seu acesso.

Figura 21 – Aplicação conjunta das ferramentas



Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A aplicação do SLP e do CNA, juntos ou em separado, em bibliotecas e outras organizações de serviços, abre a possibilidade de novos estudos. O CNA (ou outros algoritmos de agrupamento) poderiam ser adaptados e aplicados a esse tipo de organização, contribuindo para a melhoria dos serviços prestados pelas mesmas. Para o caso apresentado nesta dissertação seria interessante uma avaliação de custos detalhada (ponto apresentado como limitação deste estudo), a aplicação de outras técnicas de formação de layout, visando a obter novas propostas de arranjo físico, e a utilização de simulação computacional como ferramenta de análise e validação dos layouts gerados.

REFERÊNCIAS

- AMANTINO, E. B. **Sistema para projeto de célula de manufatura**: definição de agrupamentos. 2005. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- BENITEZ, G. B. **Estudo de layout e avaliação de desempenho na área hospitalar**. 2017. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.
- BICALHO JÚNIOR, F. L.; TOLEDO, R. H. C.; ARAÚJO, A. D.; VIEIRA, J. G. V.. Estudo do arranjo físico de uma panificadora. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. p. 1-14.
- BITNER, M. J. Service scapes: the impact of physical surroundings on customers and employees. **Journal of Marketing**, v. 56, n. 2, p. 57-71, Apr. 1992.
- BOE, W. J.; CHENG, C. H. A close neighbour algorithm for designing cellular manufacturing systems. **International Journal of Production Research**, v. 29, n. 10, p. 2097-2116, Oct. 1991.
- BRASIL. Ministério da Educação. **e-MEC**. 2016. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 30 out. 2017.
- BRITO, F. T.; LOPES, H. S. O método SLP integrado ao algoritmo CNA para maior eficácia no planejamento de layout: estudo de caso em uma movelaria na cidade de Dom Eliseu - PA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 46., 2014, Salvador. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2014. p. 36-47.
- BYCHKOV, I.; BATSYN, M.; PARDALOS, P. M. Heuristic for maximizing grouping efficiency in the cell formation problem. In: **Models, algorithms, and technologies for network analysis**: springer proceedings in mathematics & statistics. [S.l.]: Springer International Publishing, 2017. p. 1-15.
- CHEN, J.; HAO, Y. Layout design for service operation of mass customization: a case of Chinese restaurant. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE SYSTEMS AND SERVICE MANAGEMENT, 2006, Troyes, France. **Proceedings...** [S.l.]: IEEE, 2006. v. 1, p. 668-673.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA, A. J. **Otimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus**. 2004. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

CULÉN, A. L.; GASPARINI, A. A. Find a book!: unpacking customer journeys at academic library. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMPUTER-HUMAN INTERACTIONS, 7., 2014, Barcelona, Espanha. **Proceedings...** [S.l.]: IRAIA, 2014. p. 89-95.

DALMAS, V. **Avaliação de um layout celular implementado**: um estudo de caso de uma indústria de autopeças. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

DE CARLO, F.; ARLEO, M. A.; BORGIA, O.; TUCCI, M. Layout design for a low capacity manufacturing line: a case study. **International Journal of Engineering Business Management**, v.5, n. 35, p. 1-10, 2013.

DÍAZ, J. A.; LUNA, D.; LUNA, R. A GRASP heuristic for the manufacturing cell formation problem. **Top**, v. 20, n. 3, p. 679-706, 2012.

FACULDADE DE FARMÁCIA. **Graduação**: informações gerais. 2017. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=328>. Acesso em: 14 jul. 2017.

FAQUETI, M. F.; ALVES, J. B. M.; STEIL, A. V. Aprendizagem organizacional em bibliotecas acadêmicas: uma revisão sistemática. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 21, n. 4, p.156-179, out./dez. 2016.

FERRAZ SEGUNDO, D. W.; FONTANA, M. E. Estudo do rearranjo físico empresa do polo de confecções. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2016. p. 1-15.

FLESSAS, M.; RIZZARDI, V.; TORTORELLA, G. L.; FETTERMANN, D.; MARODIN, G. A. Layout performance indicators and systematic planning: a case study in a southern Brazilian restaurant. **British Food Journal**, Birmingham, v. 117, n. 8, p. 2098-2111, 2015.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços**: operações, estratégia e tecnologia da informação. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

FOULDS, L. R.; TRAN, H. V. Library layout via graph theory. **Computers & Industrial Engineering**, v. 10, n. 3, p. 245-252, 1986.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

I, A.; IBRAHIM, A. Facility layout design of library using systematic layout planning. **International Journal of Library and Information Studies**, v. 4, n. 3, p. 23-27, July/Sept. 2014.

İMAMOĞLU, Ç.; GÜREL, M. “Good fences make good neighbors”: territorial dividers increase user satisfaction and efficiency in library study spaces. **Journal of Academic Librarianship**, v. 42, p. 65-73, 2016.

KAPOOR, V.; TAK, S. S. A multicriteria clustering approach to facility layout generation. **International Journal of Multicriteria Decision Making**, v. 5, n. 1-2, p. 59-86, 2015.

KERNS, F. Strategic facility planning (SFP). **Work Study**, v. 48, n. 5, p. 176-181, 1999.

KRAJEWSKI, L. J.; RITSMAN, L. P.; MALHORTA, M. K. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

KULKARNI, M. H.; BHATWADEKAR, S. G.; THAKUR, H. M. A literature review of facility planning and plant layouts. **International Journal of Engineering Sciences & Research Technology**, v. 4, n. 1, p. 35-42, Mar. 2015.

LI, M.-L. Goods classification based on distribution center environmental factors. **International Journal of Production Economics**, v. 119, n. 2, p. 240-246, 2009.

LI, S.; MEHRABADI, H. Generation of block diagonal forms using hierarchical clustering for cell formation problems. **Procedia CIRP**, v. 17, p. 44-49, 2014.

MANIMARAN, A. et al. Manufacturing cell formation using graph decomposition. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 7, n. 3, p. 300-316, 2010.

MARCONI, M; LAKATOS, E. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, R. S.; SCHREIBER, J. N. C.; FURTADO, J. C.; NARA, E. O. B. Layout com agrupamento de máquinas modulares com variáveis de processos. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 10., 2014, Rio de Janeiro. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2014. p. 1-18.

MARTINS, R. S. **Otimização de layout industrial através de algoritmo de incidência de família**. 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas e Processos Industriais) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2015.

MONKS, J. G. **Administração da produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

MOUSSA, S. E.; KAMEL, M. S. Partitioning techniques for cellular manufacturing. **Manufacturing Research and Technology**, v. 24, n. C, p. 73-95, 1995.

MUKHOPADHYAY, S. K.; GOPALAKRISHNAN, A.; KRIPALANI, M. K. Moments-based clustering techniques for manufacturing cell formation. **International Journal of Production Research**, v. 33, n. 4, p. 1091-1115, 1995.

MUKHOPADHYAY, S. K.; SARKAR, P.; PANDA, R. P. Machine-component grouping in cellular manufacturing by multidimensional scaling. **International Journal of Production Research**, v. 32, n. 2, p. 457-477, 1994.

MUTHER, R.; WHEELER, J.D. **Planejamento simplificado de layout (sistema SLP)**. São Paulo: IMAM, 2000.

NEUMANN, C. S. R.; FOGLIATTO, F. S. Sistemática para avaliação e melhoria da flexibilidade de layout em ambientes dinâmicos. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 20, n. 2, p. 235-254, 2013.

NEUMANN, C. S. R.; MILANI, J. Proposição de melhoria do layout utilizando o SLP simplificado. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2009. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_sto_091_618_12824.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2017.

NIE, W.; KELLOGG, D. L. How professors of operation management view service operations? **Production and Operations Management**, v. 8, n. 3, p. 339-355, Fall, 1999.

PAPAIIOANNOU, G.; WILSON, J. M. The evolution of cell formation problem methodologies based on recent studies (1997-2008): review and directions for future research. **European Journal of Operational Research**, v. 206, n. 3, p. 509-521, 2010.

PRADO, H. A. **Organização e administração de bibliotecas**. São Paulo: T. A. Queiroz, 2000.

RANGANATHAN, S. R. **As cinco leis da biblioteconomia**. Brasília, DF: Briquet de Lemos, 2009.

SAKULSOM, N.; THARMMAPHORNPHILAS, W. Scheduling a music rehearsal problem with unequal music piece length. **Computers and Industrial Engineering**, v. 70, n. 1, p. 20-30, 2014.

SAMPAIO, C. H.; SANZI, G.; SLONGO, L. A.; PERIN, M. G. Fatores visuais de design e sua influência nos valores de compra do consumidor. **Revista de Administração de Empresas**, v. 49, n. 4, p. 373-386, dez. 2009.

SAMPIERI, H. S.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SAMPSON, S. E.; FROEHLE, C. M. Foundations and implications of a proposed unified services theory. **Production and Operations Management**, v. 15, n. 2, p. 329-343, 2006.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; LAITANO, J. C. A. Planejamento sistemático de layout: adaptação e aplicação em operações de serviços. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, PR, v. 8, n. 1, p. 01-21, 2012.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; URIO, L. C. S. Planejamento sistemático de layout em pequenas empresas: uma aplicação em uma fábrica de baterias automotivas. **Espacios**, v. 35, n. 7, p. 1-17, 2014.

SCHMENNER, R. W. **Administração de operações em serviços**. São Paulo: Futura, 1999.

SIGAHÍ, T. F. A. C.; LEMOS, C. Y.; RAMOS, C. I. Analysis and proposition of layout in the lean perspective: case study in a small production company of aluminum furniture. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, v. 3, n. 10, p. 50-59, 2017.

SILVA SEGUNDO, S.; ARAÚJO, W. J.; LOPES, W.-A. A. Projeto de layout de biblioteca assistido por ferramenta de software para criação de arranjo físico em 3D: estudo aplicado à biblioteca da Faculdade iDEZ. **Informação & Informação**, Londrina, v. 18, n.1, p. 184-205, jan./abr. 2013.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação**. 4. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2005.

SUFAR, S.; TALIB, A.; HAMBALI, H. Towards a better design: physical interior environments of public libraries in peninsular Malaysia. **Procedia: social and behavioral sciences**, v. 42, p. 131-143, 2012.

SUN, H.-C.; CHEN, K.-N. A proposed model for library stacks management. **Library Collections, Acquisitions, & Technical Services**, v. 36, n. 1-2, p. 24-29, 2012.

TOMPKINS, J. A. et al. **Facilities planning**. 2. ed. New York: John Wiley, 1996.

TOMPKINS, J. A. et al. **Facilities planning**. 4. ed. New York: John Wiley, 2010.

TOMPKINS, J. A. et al. **Instructor's manual to accompany facilities planning**. 4. ed. [New York: John Wiley, 2010]. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/249331171/Facilities-Planning-Tompkins-A-White-A-Bozer-Tanchoco-4ed-Solution-Manual>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

TORTORELLA, G. L. **Sistemática para orientação do planejamento de layout com apoio de análise multicritério**. 2006. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério. **Produção**, v. 18, n. 3, p. 609-624, set./dez. 2008.

TURATI, S. A.; MORONI FILHO, E. Reorganização do arranjo físico da caldeiraria de uma empresa do setor metalomecânico por meio do método de Planejamento Sistemático de Layout – SLP. **GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 2, p. 39-51, 2016.

ULUTAS, B. Assessing the number of cells for a cell formation problem. **IFAC-PapersOnLine**, v. 48, n. 3, p. 1122-1127, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **UFRGS em números**. 2017a. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/proplan/servicos/ufrgs-em-numeros#Ensino>>. Acesso em: 27 out. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Farmácia**. 2017b. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=328>. Acesso em: 14 jul. 2017.

VEGA, R. C.; SPIEGEL, T.; CAULLIRAUX, H. M. Planejamento de layout em unidade de saúde baseado no método SLP. **Revista de Gestão e Operações Produtivas**, v. 2, n. 6, p. 1-18, 2013.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1998.

YANG, T.; SU, C. HSU, Y. Systematic layout planning: a study on semiconductor wafer fabrication facilities. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 11, p. 1359-1371, 2000.

APÊNDICE A – Matriz inicial A (livros na configuração atual das estantes)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
FDC1		1																					1	1	1	1		1			
FDC2																			1	1							1				
FDC3						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										1	1	1		
FDC4	1	1	1	1	1																						1	1		1	1
FDC5																															

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
FDC1	1				1																			1	1	1	1	1			
FDC2		1	1	1	1														1					1	1	1	1	1		1	1
FDC3	1							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
FDC4	1					1													1	1	1	1	1	1			1		1		
FDC5																															

	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
FDC1					1																			1	1	1	1	1			
FDC2							1	1	1	1	1	1	1	1															1	1	1
FDC3				1			1	1	1	1	1	1	1	1								1									
FDC4	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1								
FDC5																															

	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
FDC1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
FDC2																															
FDC3																															
FDC4																															
FDC5																															

	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134
FDC1	1	1	1				1					1	1	
FDC2												1	1	
FDC3				1	1	1			1			1	1	
FDC4				1	1	1		1				1	1	1
FDC5				1	1	1				1	1	1	1	

APÊNDICE B – Matriz A intermediária, com linhas reordenadas após estágio 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
FDC4	1	1	1	1	1																						1	1		1	1
FDC3						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1						1	1	1		
FDC2																		1	1								1				
FDC1		1																					1	1	1	1		1			
FDC5																															

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
FDC4	1						1											1	1	1	1	1	1			1		1			
FDC3	1							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
FDC2		1	1	1	1												1						1	1	1	1	1	1		1	1
FDC1	1					1																	1	1	1	1	1	1			
FDC5																															

	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
FDC4	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
FDC3				1			1	1	1	1	1	1	1	1								1									
FDC2							1	1	1	1	1	1	1	1															1	1	1
FDC1					1																			1	1	1	1	1			
FDC5																															

	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
FDC4																															
FDC3																															
FDC2																															
FDC1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
FDC5																															

	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134
FDC4				1	1	1		1				1	1	1
FDC3				1	1	1			1			1	1	
FDC2												1	1	
FDC1	1	1	1				1					1	1	
FDC5				1	1	1				1	1	1	1	

APÊNDICE C – Reordenamento das colunas, fase 1 do estágio 2

v1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
seq1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	3	2	1	1	1
seq2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
seq1>seq2	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X
coluna	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					21	22	23	24	25

v1	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
seq1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1
seq2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
seq1>seq2	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X	X
coluna	26	27	28	29	30		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47			48		49	50	51

v1	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
seq1	1	1	1	2	0	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
seq2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
seq1>seq2	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X
coluna	52	53	54	55		56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72						73	74	75

v1	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
seq1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
seq2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
seq1>seq2																														
coluna																														

v1	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134
seq1	0	0	0	2	2	2	0	1	1	0	0	3	3	1
seq2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	2	2	0
seq1>seq2				X	X	X		X	X			X	X	X
coluna				76	77	78		79	80			81	82	83

APÊNDICE D – Reordenamento das colunas, fase 2 do estágio 2

v4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
seq1		1																				1	1	1	1					
seq2		0																				0	0	0	0					
seq1>seq2		X																				X	X	X	X					
coluna		84																				85	86	87	88					

v4	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
seq1						1																		1	1		1			
seq2						0																		0	0		0			
seq1>seq2						X																		X	X		X			
coluna						89																		90	91		92			

v4	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
seq1					1																		1	1	1	1	1			
seq2					0																		0	0	0	0	0			
seq1>seq2					X																		X	X	X	X	X			
coluna					93																		94	95	96	97	98			

v4	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
seq1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
seq2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
seq1>seq2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
coluna	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128

v4	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134
seq1	1	1	1				1			0	0			
seq2	0	0	0				0			1	1			
seq1>seq2	X	X	X				X							
coluna	129	130	131				132			133	134			

