



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

ÍCARO RONNEY CAVALCANTE ALENCAR

**APLICAÇÃO DO MÉTODO PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE *LAYOUT* (SLP),
EM UM SETOR DE ATENDIMENTO AO PÚBLICO DE UMA UNIVERSIDADE
FEDERAL**

FORTALEZA
2018

ÍCARO RONNEY CAVALCANTE ALENCAR

APLICAÇÃO DO MÉTODO PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE *LAYOUT* (SLP),
EM UM SETOR DE ATENDIMENTO AO PÚBLICO DE UMA UNIVERSIDADE
FEDERAL

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica, do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador: Professor Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A355a Alencar, Ícaro Ronney Cavalcante.

Aplicação do método Planejamento Sistemático de Layout (SLP), em um setor de atendimento ao público de uma universidade federal. / Ícaro Ronney Cavalcante Alencar. – 2018.
66 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes.

1. Layout. 2. SLP. 3. Inter-relações. 4. Arranjo físico. 5. Leiaute. I. Título.

CDD 658.5

ÍCARO RONNEY CAVALCANTE ALENCAR

APLICAÇÃO DO MÉTODO PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE *LAYOUT* (SLP),
EM UM SETOR DE ATENDIMENTO AO PÚBLICO DE UMA UNIVERSIDADE
FEDERAL

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica, do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Belo Torres
Universidade Federal Do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos Ronaldo Albertin
Universidade Federal Do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Alencar e Selma, por todo carinho e dedicação a mim dispensados.

Aos meus irmãos, Roger e Denize, pelo companheirismo ao longo do meu crescimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Alencar e Selma, por todo suporte, dedicação, carinho, apoio e exemplos de pessoas que são, sempre me fazendo buscar a realização dos meus sonhos. Sem eles nada disso teria sido possível alcançar.

Aos meus irmãos, Italo Roger e Denize Rousane, que, como irmãos mais velhos, auxiliaram na minha caminhada e na minha formação, sendo peças fundamentais no direcionamento da minha vida. Gratidão também aos meus cunhados, Thatyanna e Érico, que me incentivaram durante toda minha formação.

Agradeço também à minha família, meus primos, em especial ao Thalles Diêgo; tios, especialmente ao Ênio César; e minha avó Socorro, que tanto me apoiaram durante toda minha vida.

Agradeço aos meus amigos de infância, adolescência e vida adulta, Fernando Sales, Davi Amorim, Eládio Oliveira, Élio Júnior, Matheus Narciso e George Fernandes, por todos os momentos, bons e ruins, vividos juntos ao longo de nossas vidas.

Gratidão aos meus amigos Gabriela Magalhães e Gabriel Samir, pelos ensinamentos, batalhas e companheirismo durante tantos anos de sólida amizade.

Aos meus amigos de intercâmbio de Valência, que juntos, vivenciamos uma família.

Aos meus colegas e amigos de formação acadêmica, em especial Adryane Tavares, Felipe Mesquita e Victor Baresi, por terem compartilhado comigo os desafios ao longo dessa graduação.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará, pelos ensinamentos, conselhos e experiências, especialmente ao meu orientador, Professor Heráclito Jaguaribe, que tanto me ajudou na realização desse estudo com comentários e incentivos.

Aos amigos e colegas de trabalho do DM-CC, pelo bom ambiente de trabalho e por terem possibilitado a realização deste trabalho.

“Viver é arriscar tudo. Caso contrário você é apenas um pedaço inerte de moléculas montadas aleatoriamente à deriva onde o universo te sopra.” (Rick Sanchez)

RESUMO

Uma boa distribuição do arranjo físico, seja em escritórios ou em indústrias, é fundamental para o sucesso de uma organização. Nesse sentido, este trabalho consiste em uma aplicação do método SLP (Planejamento Sistemático de *Layout*), com foco nas inter-relações não baseadas no fluxo, nos setores de atendimento ao público do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Ceará. O esse estudo tem como objetivo realizar a análise do arranjo físico atual da área estudada para identificar problemas, aplicar o método SLP, propor um novo layout e realizar a comparação entre os dois cenários. Este trabalho se classifica como um estudo aplicado, quali-quantitativo e pesquisa descritiva, com conceitos de pesquisa documental, tendo a sua condução como um estudo de caso. A partir dos resultados obtidos após a aplicação do método, foi realizada uma proposta de *layout* com o objetivo de solucionar os problemas encontrados inicialmente, sem a necessidade de grandes reformas estruturais. O arranjo físico proposto teve como resultados a melhoria da proximidade dos setores que possuem atividades semelhantes, tendo como resultados esperados uma economia de movimentos, com maior integração, flexibilidade, facilidade no atendimento e um melhor aproveitamento de espaço. As distâncias para a realização de tais atividades apresentaram uma redução média de 47,46%.

Palavras-chave: *layout*; SLP; inter-relações; arranjo físico; leiaute.

ABSTRACT

An optimal space arrangement, in offices or industries, is essential for a successful organization. Considering this, the present undergraduate thesis consists in the application of SLP (Systematic Layout Planning), focusing on inter-relationships not related to flux, in the public assistance of Mathematics Department of Federal University of Ceará. Therefore, this paper aims to analyze the current physical arrangement of the studied area, identify its problems, apply the SLP method, propose a new layout and make the comparison between the two scenarios. This thesis is classified as an applied, qualitative-quantitative, descriptive research, with documentary research concepts and having its conduction as a case study. From the results obtained after applying the method, a layout proposal was carried out with the aim to solve the problems initially found without the need for major structural reforms. The proposed physical arrangement resulted in nearing space between related sectors, decreasing unnecessary movements, enabling greater integration, flexibility, ease of attendance and a better space usage. The distances for conducting activities showed a average reduction of 47.46%.

Key-words: layout; SLP; inter-relationships; space arrangement; physical arrangement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Arranjo físico posicional - Centro cirúrgico.....	23
Figura 2 - Arranjo físico funcional – O caminho de um cliente em uma biblioteca	25
Figura 3 – Arranjo físico por produtos – Sequência na manufatura de papel.....	26
Figura 4 – Arranjo físico celular – Distribuição celular.....	28
Figura 5 – A chave PQRST	30
Figura 6 – As fases do sistema SLP	31
Figura 7 – Conceitos básicos da Carta de interligações preferenciais	33
Figura 8 – Diagramas de arranjo de atividades e de relações de espaços	34
Figura 9 – Exemplo de ajuste de arranjo no espaço disponível	35
Figura 10 - Método de avaliação de análise de fatores	36
Figura 11 - Planta Pavimento Térreo	38
Figura 12 - Planta Pavimento Superior	39
Figura 13 - Etapas do estudo	41
Figura 14 - Carta de Interligações Preferenciais	48
Figura 15 - Número de atividades listadas	49
Figura 16 - Diagrama de Inter-relações.....	50
Figura 17 - Tipos de linha do Diagrama de Inter-relações	51
Figura 18 - Setores de atendimento ao público.....	55
Figura 19 - Secretarias unificadas.....	55
Figura 20 - Proposta de arranjo físico	57
Figura 21 - Deslocamento entre setores	60
Figura 22 - Deslocamento após unificação	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação de importância de proximidade relativa.....	46
Quadro 2 – Justificativa da importância de proximidade relativa.....	46
Quadro 3 – Resultados esperados.....	59
Quadro 4 – Resultados de redução de movimento.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de aluno por curso	37
Tabela 2 - Área de cada setor	53
Tabela 3 - Divisão das áreas por grupos.....	54
Tabela 4 - Deslocamentos.....	60
Tabela 5 - Percursos realizados.....	61
Tabela 6 - Percorso realizado	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
SBM	Sociedade Brasileira de Matemática
S.E.	Sala de Estudos
SLP	Planejamento Sistemático de <i>Layout</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Contextualização	15
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 Justificativa	16
1.4 Metodologia.....	17
1.5 Estrutura do Trabalho.....	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 Arranjo físico	20
2.1.1 Definições de arranjo físico	20
2.2 Tipos tradicionais de arranjo físico	22
2.2.1 Arranjo físico posicional.....	22
2.2.2 Arranjo físico por processo ou funcional.....	24
2.2.3 Arranjo físico por produtos	25
2.2.4 Arranjo físico celular	27
2.3 Planejamento sistemático de <i>layout</i>	29
2.3.1 Chaves do planejamento do arranjo físico	29
2.3.2 Fases do SLP	30
2.3.3 Inter-relações não baseadas no fluxo de materiais	31
3. ESTUDO DE CASO	37
3.1 Caracterização da Organização	37
3.2 Etapas do estudo	41
3.3 Análise da situação atual.....	42
3.4 Aplicação do Método SLP	43
3.4.1 Produto/Serviço Prestado (P).....	43
3.4.2 Suporte (S).....	44
3.4.3 Quantidade (Q).....	44
3.5 Desenvolvimento da Carta de Interligações Preferenciais	45
3.6 Elaboração do Diagrama de Inter-relações	49
3.7 Identificação da Necessidade de Espaço	52
3.8 União de Setores Semelhantes	54
3.9 Proposta de Arranjo Físico	56
3.10 Resultados esperados.....	58
4. CONCLUSÃO.....	63
4.1 Trabalhos futuros	64
REFERÊNCIAS.....	65
ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DO CHEFE DO DEPARTAMENTO	68

1 INTRODUÇÃO

O capítulo apresenta uma contextualização do trabalho, abordando informações relevantes sobre o estudo, seus objetivos gerais e específicos, sua metodologia utilizada para na realização do estudo e a estrutura do presente trabalho.

1.1 Contextualização

O estudo e melhoria do arranjo físico são grandes fatores para obtenção de sucesso em uma organização, e visa uma melhor alocação dos recursos, mão de obra, equipamentos e máquinas. Uma boa distribuição do arranjo físico resulta em diminuição de tempo para realização de uma atividade, movimentação e redução de custo.

A excelência no serviço é fundamental para a satisfação dos clientes, seja do serviço público ou privado. Neste cenário, para garantir um bom atendimento, autarquias, empresas públicas e privadas estão se adaptando a fim de melhorar seus desempenhos, evitando-se longas filas e possíveis retrabalho.

Segundo os dados do Censo da Educação Superior (2016), realizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), no ano de 2016 mais de 1,1 milhão de estudantes concluíram a educação superior. A variação de concludentes em cursos de graduação na rede pública, no período de 2006 a 2016, obteve crescimento de 26,5%.

Para se acompanhar o aumento do crescimento de matrículas no ensino superior, adaptações são necessárias com o fito de não prejudicar o atendimento e o funcionamento da organização. Seguindo isso, este trabalho consiste também, numa análise e melhoria do arranjo físico do setor de atendimento ao público de um Departamento de Matemática da Universidade Federal do Ceará, localizado no bloco 914, baseado no método SLP (Planejamento Sistemático de *Layout*).

Segundo Muther (1978) o tempo usado para o planejamento de um arranjo físico resulta na diminuição de perdas futuras de grandes proporções, permite identificar possíveis falhas e realizar alterações antes da implantação do arranjo, evitando-se custos futuros para possíveis correções.

Neste cenário, o estudo objetiva responder ao seguinte questionamento: é possível melhorar, em uma autarquia de ensino superior, os setores de atendimento ao público de um departamento, a partir do planejamento do arranjo físico?

1.2 Objetivos

No seguinte tópico serão apresentados os objetivos gerais e específicos que se deseja atingir.

1.2.1 Objetivo geral

Como objetivo geral, este visa-se aplicar o método de planejamento de arranjo físico no Departamento de Matemática, na instituição federal de ensino superior Universidade Federal do Ceará, visando uma melhoria no setor de atendimento ao público.

1.2.2 Objetivos específicos

Esse trabalho tem como objetivos específicos:

- a) Identificar problemas no *layout* atual;
- b) Aplicar a metodologia Planejamento Sistemático de *Layout*;
- c) Propor um novo *layout* para o espaço estudado;
- d) Comparar e analisar os dois cenários (atual e proposto).

1.3 Justificativa

A realização de um estudo numa instituição de ensino superior pública surgiu com o propósito de contribuir, de maneira significativa e positiva, para o avanço no desempenho da Organização e do ensino público.

É relevante apresentar que o bom planejamento de instalações é igualmente fundamental para uma boa utilização de recursos, bem como de uma melhor distribuição de pessoas e máquinas na ocupação de setores.

As operações que não agregam valores para as atividades realizadas, devem ser evitadas ou reduzidas, moderando-se o desperdício de tempo. Nesse cenário, a identificação dos setores mais utilizados e a busca da diminuição da distância entre eles evitam deslocamentos desnecessários dos membros da comunidade acadêmica, resultando em melhorias para a estrutura da Instituição de Ensino.

A melhoria do espaço físico tem efeito não só para os alunos, mas também para os Técnicos Administrativos em Educação e os Professores, obtendo como resultado a diminuição de deslocamentos e facilitando, assim, a comunicação e a interação como um todo, entre os setores envolvidos. Tais afirmativas asseguram evitar problemas na comunicação e futuros retrabalhos. Consiste outrossim em demonstrar a relevância de um bom dimensionamento de espaço e de uma boa distribuição de recursos, a fim de melhorar o atendimento dos setores e beneficiando a comunidade acadêmica que deles usufrui.

1.4 Metodologia

De acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa pode ser dividida em quatro grandes categorias, classificadas quanto à sua natureza, ao modelo de abordagem adotado, aos seus objetivos e aos procedimentos técnicos utilizados no estudo. Ainda sobre Silva e Menezes (2005), a pesquisa é definida como o ato de procurar respostas para indagações propostas.

De acordo com as definições de Matias e Pereira (2012), este estudo, por pretender gerar conhecimentos com aplicações práticas de teorias dirigidas à solução de problema específico, tem classificação quanto, à sua natureza, como um estudo aplicado.

Quanto a abordagem do estudo, a pesquisa em causa é considerada como qualitativa e quantitativa. Segundo Silva e Menezes (2005), a relação dinâmica entre o sujeito e o mundo real, onde o sujeito fica impossibilitado de ser traduzidos em números, é caracterizada por ser uma pesquisa qualitativa. Quando referências e opiniões podem ser classificadas e analisadas em números, é considerada como quantitativa.

Do ponto de vista aos objetivos da pesquisa, esse trabalho é classificado como uma pesquisa descritiva, que de acordo com Gil (2008), é a pesquisa que tem como objetivo principal a descrição de características de uma população ou fenômeno ou as relações entre variáveis. O modelo de pesquisa apresenta a utilização de técnicas de coleta de dados, como a observação sistemática.

Em relação aos procedimentos técnicos utilizados na construção desse estudo, de acordo com Gil (2008), este estudo trata-se de uma Pesquisa Documental, pois usufrui de materiais que ainda não receberam um tratamento analítico, além de analisar documentos em primeira mão ou documentos que já foram interpretados, mas podem receber outras interpretações; Estudo de Caso, pois busca o aprofundamento em um ou poucos objetos, de maneira que seja possível seu amplo e detalhado conhecimento.

1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho segue às regras de normalização e está dividido em quatro capítulos, onde, para uma melhor abordagem, cada capítulo possui uma ou mais subdivisões.

Capítulo 1: é constituído por introdução, onde está exposto o campo do estudo e a apresentação das razões da escolha do tema, por meio da contextualização, acompanhados dos objetivos gerais e específicos. Também estão presentes a metodologia científica aplicada ao trabalho e a estrutura adotada para compor o estudo.

Capítulo 2: consiste na revisão bibliográfica do tema escolhido para o estudo, expondo embasamentos teóricos do trabalho, explanando, inicialmente, os conceitos e as classificações do tópico arranjo físico. Em seguida são apresentadas as informações a respeito do método SLP (Planejamento Sistemático de *Layout*). A subseção mostra o método de Inter-relações não baseadas no fluxo de materiais. Toda revisão bibliográfica apresenta as referências dos respectivos autores.

Capítulo 3: traz o estudo de caso, onde são descritas as informações do ambiente em que o estudo foi realizado, seguindo-se da descrição dos problemas encontrados. Na subseção é apresentada a aplicação do método que busca soluções

adequadas para o ambiente estudado e a apresentação de novo arranjo físico proposto pelo trabalho, relatando os resultados esperados.

Capítulo 4: consiste na apresentação das conclusões obtidas com o estudo, sugerindo melhorias a organização. Sugestões para futuros trabalhos foram apresentadas. Ao final, é possível encontrar referências adotadas para a construção do trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem por função abordar, de maneira geral, o referencial teórico sobre a definição de arranjo físico e suas subcategorias. Também apresenta o sistema SLP (Planejamento Sistemático de *Layout*) e os conceitos de inter-relações e suas definições.

2.1 Arranjo físico

Para melhor entendimento sobre o trabalho, serão apresentados o conceito e as definições existentes na literatura pertinentes ao arranjo físico e as suas classificações, como: tipos de arranjos físicos que são comumente encontrados na literatura.

2.1.1 Definições de arranjo físico

Para Stevenson (2001), o arranjo físico é a maneira de como é realizada a configuração dos departamentos, centros de trabalho, das instalações e das máquinas, focando na otimização dos movimentos dos elementos que compõe o *layout*.

De acordo com Slack *et al.* (2002), o arranjo físico de uma organização como a atenção com a distribuição espacial dos recursos de transformação, feita de maneira simplificada, é a definição de onde serão colocadas as instalações, as máquinas, os equipamentos e o pessoal. Os autores afirmam também que o arranjo físico possui um elevado grau de importância em uma operação, pois, além de determinar suas características físicas, mostra como os recursos são distribuídos, a sua transformação e como fluem através de uma operação.

Moreira (1998) afirma que o planejamento do arranjo físico diz como definir a maneira onde os centros de trabalho serão distribuídos e ali permanecerão.

Para Anton, Eidelwein e Diedrich (2012), *layout* ou arranjo físico pode ser definido como a distribuição de recursos em um determinado espaço, tendo como foco o equilíbrio entre movimentação, produção e ambientação. O arranjo físico é algo presente em todos os ambientes, mesmo que não seja o ideal para tal situação, e possui aplicações em locais como lojas, bancos, escritórios e outros.

Nessa linha, Galther e Frazier (2001) afirmam que determinar o arranjo físico tem sentido de planejar o local ideal para máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento, áreas de armazenamentos, corredores, banheiros, refeitórios, bebedouros e escritórios, além do fluxo de materiais e das pessoas que circulam no prédio.

Heragu (1997) afirma que o arranjo físico define a distribuição das máquinas, equipamentos e serviços, tais como banheiros e refeitórios, além das áreas destinadas para tráfego, armazenagens de materiais, peças e ferramentas. O autor cita que 30 a 75% do custo de um produto pode ser devido as despesas com movimentação de materiais.

Como os outros autores, Ritzman e Krajewski (2004) afirmam que definir o *layout* inclui decisões a respeito dos centros de atividades econômicas da unidade. Estabelecem, outrossim, centro de atividade econômica, que é tudo o que utilize espaço na unidade: uma pessoa, um grupo de pessoas, um balcão, uma máquina, uma banca de trabalho e entre outros.

Segundo Moura (2005, p.118), o arranjo físico é definido como “planejamento e integração dos meios que concorrem para a produção obter a mais eficiência e econômica inter-relação entre máquinas, mão de obra e movimentação de materiais dentro de um espaço disponível”.

O arranjo físico tem como objetivo a redução de custos e o aumento da produtividade, essencialmente a melhor utilização do espaço livre e a redução de movimentação de recursos, (pessoas, produtos e materiais), evitando-se paradas no processo, com um fluxo mais racional; menor tempo de produção e melhores condições de trabalho (VIEIRA, 1976).

Vieira (1976, p.11) afirma que: “o melhor layout não é tão óbvio, exceto em casos triviais. Através da análise dos diversos fatores da produção e de um método de trabalho que inclua os princípios básicos de layout chega-se a um arranjo ótimo”.

Com relação aos objetivos do arranjo físico, Junior, Andrade e Carmo (2012) afirmam que tem como meta identificar a melhor combinação de instalações, de maneira que a produção esteja harmonizada com a utilização ideal do espaço físico disponível, resultando em um processo mais satisfatório, por meio de menor distância e de menor tempo.

2.2 Tipos tradicionais de arranjo físico

Neste tópico, serão apresentados os tipos mais comuns de arranjos físicos utilizados, e sua descrição.

“A decisão sobre qual arranjo específico escolher é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um” (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2009, p.193).

De acordo com Rocha *et al.* (2011), o arranjo físico de uma organização tem influência profunda nas atividades operacionais, sendo fundamental um bom planejamento, respeitando as carências de cada setor. As autoras ainda afirmam que um mau planejamento de *layout* pode resultar em problemas para a empresa, afetando diretamente sua produção ou serviço.

Segundo Correa e Correa (2007) e Peinaldo e Graeml (2007), existem na literatura basicamente quatro tipos tradicionais de arranjo físico. São utilizados pela maioria das organizações desde o século XX, são eles:

- a) Arranjo físico posicional;
- b) Arranjo físico por processo ou funcional;
- c) Arranjo físico por produtos;
- d) Arranjo físico celular.

2.2.1 Arranjo físico posicional

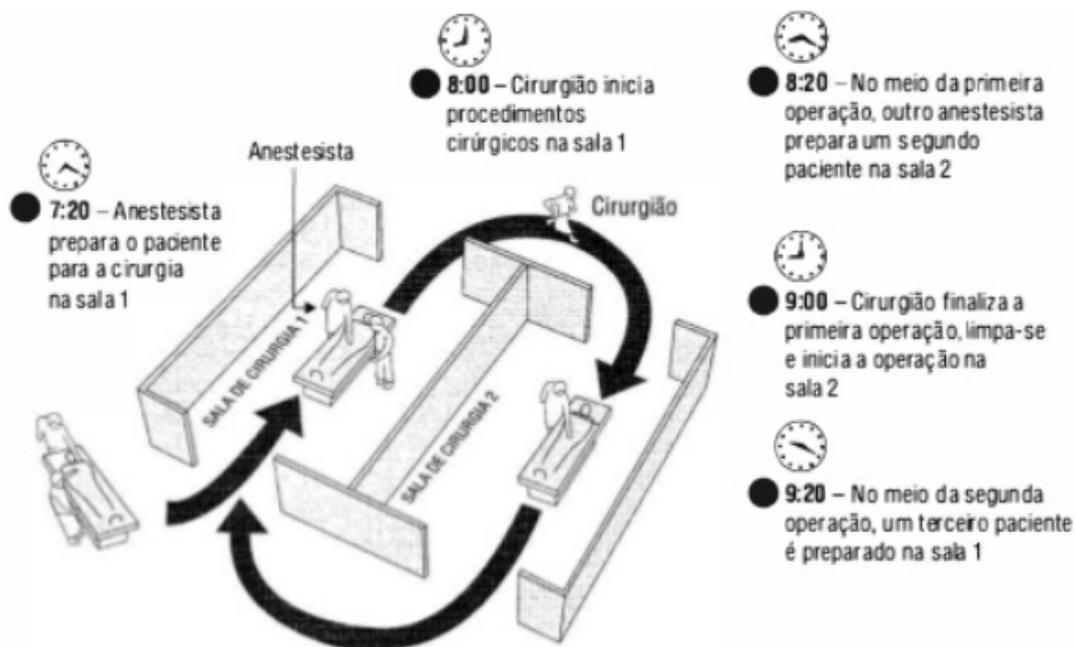
No arranjo físico posicional, os recursos que são transformados ficam estáveis, não se movendo entre os recursos transformadores. Desse jeito, quem sofre o processo fica estagnado, enquanto os recursos transformadores, como pessoas, maquinários e equipamentos, vão se deslocando ao passar de cada etapa (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002)

Nesse sentido, os autores Peinaldo e Graeml (2007) afirmam que o arranjo físico posicional, ou posição fixa, é o arranjo onde o material a ser transformado permanece estacionado em uma posição fixa, e os recursos transformadores se deslocam à sua volta. Os autores afirmam também que esse arranjo físico é adequado quando o produto possui um grande porte ou a realização do trabalho não é possível

devido à sua natureza, tornando a movimentação do produto inconveniente ou extremamente difícil.

Dessa maneira, é possível verificar a da Figura 1, onde Slack, Chambers e Johnston (2009) mostram um exemplo de arranjo físico posicional em um centro cirúrgico, onde os pacientes ficam estagnados e os médicos ficam se alternando entre as salas 1 e 2.

Figura 1 - Arranjo físico posicional - Centro cirúrgico



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009)

Para Moreira (1998), a baixa produção é principal característica do arranjo posicional. Opera apenas uma unidade por produto, identificado por possuírem características únicas e baixo grau de padronização. Moreira ainda afirma que isso corresponde ao sistema de produção por projetos. Já Corrêa e Corrêa (2009) afirmam que o grau de customização é o mais elevado, pois os produtos que utilizam esse arranjo físico são únicos ou em quantidades pequenas.

O *layout* posicional é o ideal se houver dificuldade para a locomoção do produto, como peso e tamanhos elevados, quando a locomoção do produto não é desejada ou quando é a única maneira viável (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2010).

Para Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 185), alguns exemplos de situações onde se faz necessário o uso do arranjo físico posicional são:

- Construção de uma rodovia – produto é muito grande para ser movido.
- Cirurgia do coração – pacientes estão em um estado muito delicado para serem movidos.
- Restaurante de alta classe – clientes objetariam em mover-se para onde a comida é preparada.
- Estaleiro – produto muito grande para mover-se. Manutenção de computador de grande porte – produto muito grande e provavelmente também muito delicado para ser movido e o cliente poderia negar-se a trazê-lo para manutenção.

2.2.2 Arranjo físico por processo ou funcional

É o modelo adequado para a ocasião em que a demanda é caracterizada por ser baixa e imprevisível, onde a situação necessita realizar o atendimento a diferentes tipos de serviços ou fabricar produtos diversificados, de maneira bastante distinta. Alguns dos principais benefícios da utilização desse arranjo físico consistem em uma maior flexibilidade para mudanças, facilitando possíveis adaptações, a saber: -sequência linear e uma supervisão mais especializada, quando forem adequadas (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2010).

Slack, Chambers e Johnston (2002) afirmam que esse modelo de arranjo físico é adequado quando os recursos similares da operação estão mantidos próximos, usados geralmente em momentos em que a variedade de produtos é bastante elevada.

Para Corrêa e Corrêa (2009), é conhecido também como arranjo físico funcional ou como arranjo físico por processo, tal *layout* tem como principal função agrupar os recursos ou processos que possuem funções similares. Eles ainda complementam, ainda, afirmando que esse tipo de *layout* pode atuar em diversos roteiros de fluxos distintos, tornando-o bastante flexível. Porém, quando os fluxos se tornam intensos, faz com que ocorram cruzamentos, tendo o aumento no tempo e a piora na eficiência, como consequências.

De acordo com Moreira (1998), nesse modelo de layout, os processos, os equipamentos e os maquinários semelhantes são distribuídos na mesma área. O mesmo ocorre com operações e montagens que possuam as mesmas características.

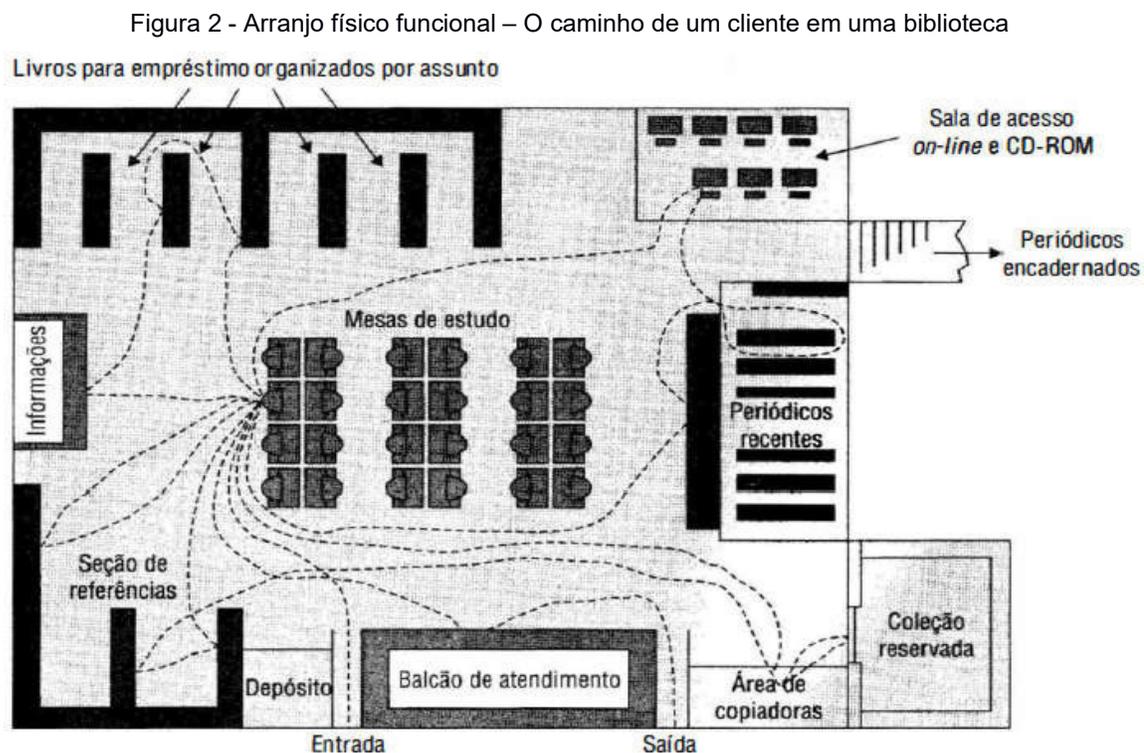
Moreira (2008) classifica como características fundamentais do arranjo físico funcional:

- Produção com taxa relativamente baixa;

→ A existência de linha de produção adaptável para a variação de produtos ou a prestação de serviços distintos;

→ A existência de uma rede de fluxos, causada pela passagem de cada produto através dos centros de trabalho.

A Figura 2, desenvolvida por Slack, Chambers e Johnston (2009), apresenta o caminho realizado por um cliente em uma biblioteca, onde as atividades são localizadas em distintas áreas da operação, ficando o cliente livre para se deslocar no *layout*, conforme sua conveniência ou necessidade.



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009)

2.2.3 Arranjo físico por produtos

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), os recursos envolvidos na transformação (produto, clientes ou elementos de informação) seguem uma ordem

onde são conciliadas as sequências requeridas com o ordenamento onde os processos foram distribuídos fisicamente. Os autores afirmam também que esse modelo de arranjo físico consiste em posicionar os recursos produtivos transformadores, de maneira em que se consiga um melhor posicionamento, em relação ao recurso que está sendo transformado.

Os autores Slack, Chambers e Johnston (p. 189, 2009) exemplificam com alguns exemplos de arranjo físico:

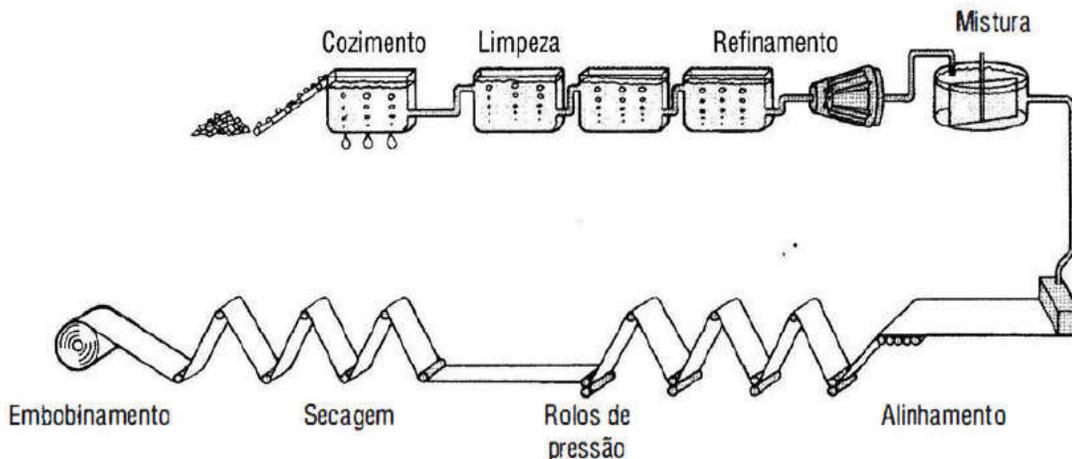
- a) Montagem de automóveis - quase todas as variantes do mesmo modelo requerem a mesma sequência de processos.
- b) Programa de vacinação em massa - todos os clientes requerem a mesma sequência de atividades burocráticas, médicas e de aconselhamento.
- c) Restaurante self-service - geralmente, a sequência de serviços requeridos pelo cliente (entrada, prato principal, sobremesa, bebidas) é comum para todos os clientes, mas o arranjo físico auxilia também a manter controle sobre o fluxo de clientes.

Para Corrêa e Corrêa (2009), o bom funcionamento desse arranjo é possível quando é realizada produção em larga escala e com baixa variação de produtos. Isso se aplica em situações de empresas que possuem grande número de clientes, que usufruem da mesma ordem de processo de atendimento, ou também de empresas que produzem apenas um ou poucos produtos, embora com grandes volumes, seguindo-se da sequência de produção, com pequenas quantidades de distinções.

Neste contexto, na Figura 3 os autores Slack, Chambers e Johnston (2009) apresentam uma sequência de processo de manufatura de papel, operação essa sem complexidade de fluxo e com baixa intensidade.

De acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), quando há um alto volume e uma baixa variação de produtos, o arranjo físico tem vantagens: baixo tempo de ajustes de equipamentos, estoques menores e menor tempo de provisionamento do produto.

Figura 3 – Arranjo físico por produtos – Sequência na manufatura de papel



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009)

2.2.4 Arranjo físico celular

Os recursos são pré-selecionados para movimentarem determinada área da operação, previamente determinada, onde estão alocados os recursos necessários para a fase de processamento adequado. Após sua realização, os recursos seguem para a célula seguinte (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2009).

Desta maneira, Corrêa e Corrêa (2009) afirmam que os recursos que não apresentam semelhanças entre si são distribuídos de maneira possível de processar um grupo de itens, os quais necessitam de etapas similares do processamento. Afirmam outrossim, que a distribuição do arranjo celular tem como objetivo aumentar a eficiência do arranjo físico funcional, de maneira que não perca significativamente a sua flexibilidade.

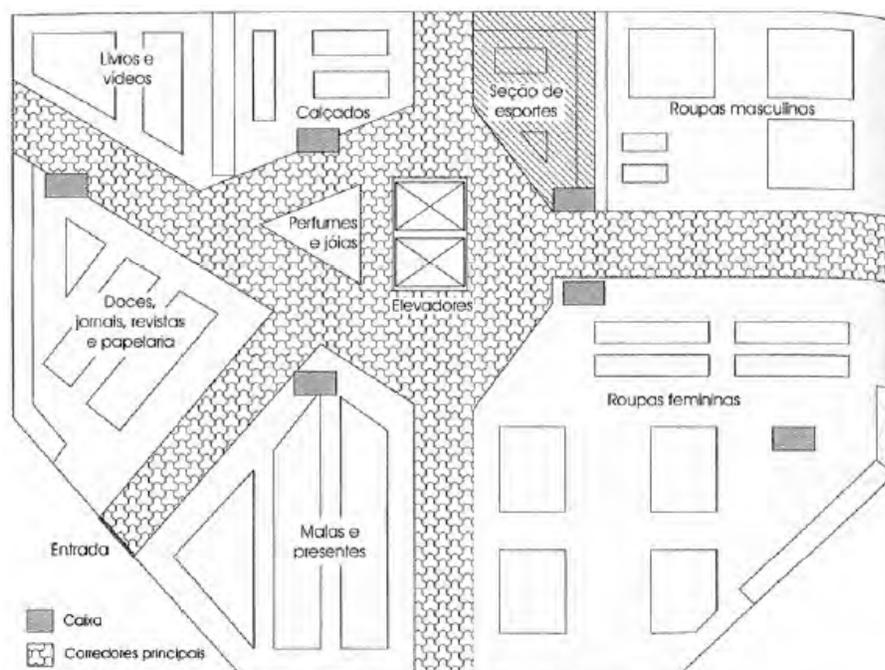
Peinado e Graeml (2007) complementam que, o arranjo físico celular não fica limitado apenas às indústrias, sendo encontrado em diversas organizações, tais como: lanchonetes localizadas em supermercado; *Shoppings* de lojas de fábricas; feiras e exposições em geral.

Os autores Corrêa e Corrêa (p. 416, 2007) explicam ainda que o arranjo físico celular é desenvolvido em algumas etapas. São elas:

- a) identificar famílias de itens produzidos que tenham, agregadamente, volume suficiente e similar conjunto de recursos para serem processados - deve-se estar preparado para que "sobrem" determinados itens de grande variedade que não conseguem ser colocados em nenhuma célula -, estes continuarão, em geral, a ser processados num setor com arranjo funcional;

- b)** identificar e agrupar recursos (máquinas, pessoas) de forma que consigam, com suficiência, processar as famílias de itens identificadas, definindo células;
- c)** para cada célula, arranjar os recursos, usando os princípios gerais do arranjo por produto, estabelecendo uma pequena operação dentro da operação, de forma que a movimentação e os fluxos daquelas famílias identificadas em 1 sejam mais ordeiros, simples e ágeis;
- d)** localizar máquinas grandes ou que não possam ser divididas para fazerem parte de células específicas para próximo das células.

Figura 4 – Arranjo físico celular – Distribuição celular



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009)

Para os autores Peinaldo e Graeml (2007), o *layout* celular procura aliar os benefícios do arranjo físico “por processo” com os do arranjo físico “por produto”, alocando, de maneira celular, os recursos não semelhantes, necessários para o processamento dos produtos. Deste modo, o material se movimenta dentro da célula, com deslocamento em linha, buscando os processos necessários. Como é possível ver na Figura 4, onde representa o arranjo físico celular em uma organização de venda a varejo.

Os autores Peinaldo e Graeml (2007) também citam alguns exemplos de vantagens: o aumento da flexibilidade do tamanho dos lotes produzidos, a redução no transporte de materiais, redução de estoques e maior satisfação no trabalho. Os

autores relatam algumas desvantagens, como células específicas para uma família de produtos e a dificuldade e complexidade exigidas para a elaboração do arranjo.

2.3 Planejamento sistemático de *layout*

Segundo Muther (1978), o método SLP (*Systematic Layout Planning*) consiste em um planejamento sistemático de projetos de arranjo físico, visando a melhoria de processos. A ferramenta consiste em uma estruturação de fases, seguindo-se de um modelo de procedimentos e de uma série de convenções, que visa a identificação, a avaliação e a visualização dos componentes e das áreas estudadas no planejamento.

Para Yang *et al.* (2000) a ferramenta SLP consiste em um método que, de maneira eficiente, atende às necessidades da organização e disponibiliza caminhos para novas alternativas para o arranjo físico.

2.3.1 Chaves do planejamento do arranjo físico

Para Muther (1978), as chaves iniciais, apresentadas na Figura 5, são elementos necessários à realização do planejamento (P, Q, R, S e T):

a) P – Produto (material ou serviço): É definido como aquele produzido pela empresa ou área verificada, como: serviço prestado, matéria-prima, peças montadas ou tratadas. Os produtos são representados por modelos, itens, grupos, formas, entre outros.

b) Q – Quantidade (volume): o Resultado quantitativo do produto ou material produzido, utilizado ou fornecido. A quantidade pode ser definida quanto ao número de peças, peso, volume ou valor do montante, seja material produzido ou vendido.

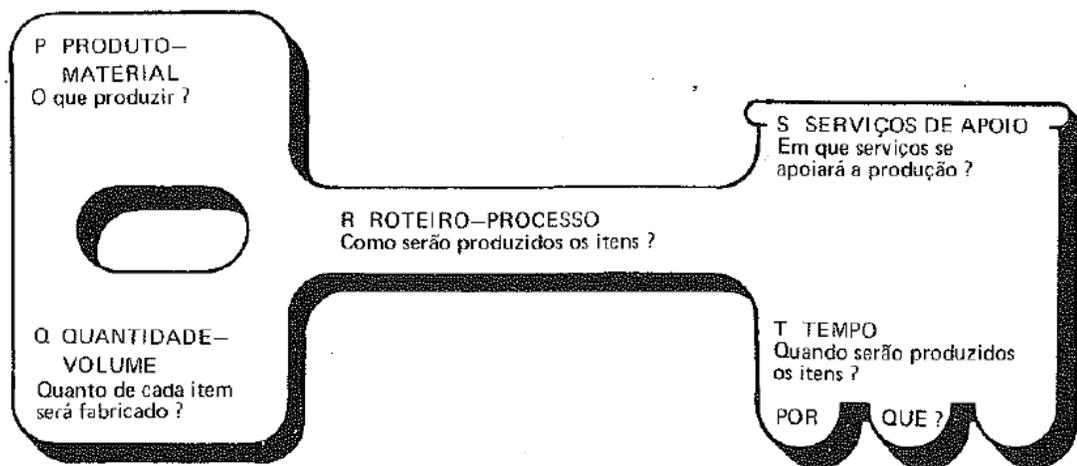
c) R – Roteiro (sequência do processo de fabricação): Pode ser entendido como o processo, incluindo-se suas operações, equipamentos e a sequência utilizada. Pode ser expresso como listas de operação e equipamentos, cartas de processos, entre outros.

d) S – Serviços de Suporte: É compreendido como recursos, atividades ou funções auxiliares. Esses serviços possuem a função de suprir, de maneira a dar boas

condições de funcionamento efetivo à área estudada. Os serviços abrangem manutenção, ferramentaria, sanitários, escritórios, áreas de armazenamentos, etc.

e) T – Tempo: Pode ser compreendido como quando, por quanto tempo, com que frequência e com que prazo. A mensuração envolve informações quanto à quando produzir e quando o projeto entra em operação.

Figura 5 – A chave PQRST



Fonte: Muther (1978)

2.3.2 Fases do SLP

Segundo Muther (1978), o método é dividido em quatro etapas (Figura 6):

a) Localização: Refere-se à localização, onde o planejamento das instalações será realizado, não sendo necessariamente uma nova localização, mas, na grande maioria, um rearranjo na área da instalação e verificação da necessidade de um novo prédio.

b) Arranjo físico geral: Também conhecido como localização relativa de áreas, é baseado no posicionamento entre as diversas áreas do arranjo, onde os modelos de fluxo de áreas são analisados, de maneira que as inter-relações sejam, mesmo de maneira grosseira, estabelecidas.

c) Arranjo físico detalhado: Refere-se ao posicionamento de cada recurso, de acordo com as características específica da área. Nessa fase é elaborada uma maquete ou uma folha com a distribuição dos recursos, demonstrando as máquinas e os equipamentos.

d) Implantação: A quarta fase é referente ao planejamento da implantação do arranjo físico, envolvendo a apropriação de capital e os deslocamentos dos recursos transformadores, permitindo, assim, a realização da instalação necessária.

Figura 6 – As fases do sistema SLP



Fonte: Muther (1978)

2.3.3 Inter-relações não baseadas no fluxo de materiais

Muther (1978) afirma que, apesar da vasta utilização no planejamento do arranjo físico, existem diversos motivos para que o fluxo de materiais não seja considerado para um novo planejamento, como:

a) Certos serviços que praticam atividades de suporte devem necessariamente estar agregados ao fluxo. Exemplo: a aproximação dos sanitários e escritórios, que devem ficar próximos das áreas de produção.

b) O fluxo de materiais não apresenta importância significativa para o arranjo físico. Essas situações ocorrem quando, por exemplo, o transporte do material no arranjo físico acontece apenas uma vez por semana.

c) Locais onde não há um fluxo determinado e constante (empresas prestadoras de serviços, escritórios ou oficinas).

d) Determinados locais que há deslocamento de materiais pesados e em situações onde o fluxo determina o layout. O fluxo não será exclusividade para o planejamento dos recursos do projeto, tendo que levar em consideração, principalmente, a segurança.

Para relacionar as atividades, Muther (1978) explica que um método adequado é a carta de interligações preferenciais. Ela consiste em uma matriz triangular, onde é possível representar o grau de necessidade de aproximação e o tipo de inter-relação entre as áreas. Considerada uma ferramenta prática e efetiva é um método que se destaca no planejamento de escritórios e áreas de serviço com pouco fluxo de materiais.

De acordo com De Oliveira e Feitosa (2013), o objetivo da carta de interligações é identificar quais setores deverão ser localizados mais próximos e quais não, tendo que permanecer distantes de outras atividades.

Corrêa e Corrêa (2009) asseguram que no diagrama de relacionamento entre atividades é considerada a prioridade para aproximação entre os setores do arranjo físico, analisados os fatores qualitativos.

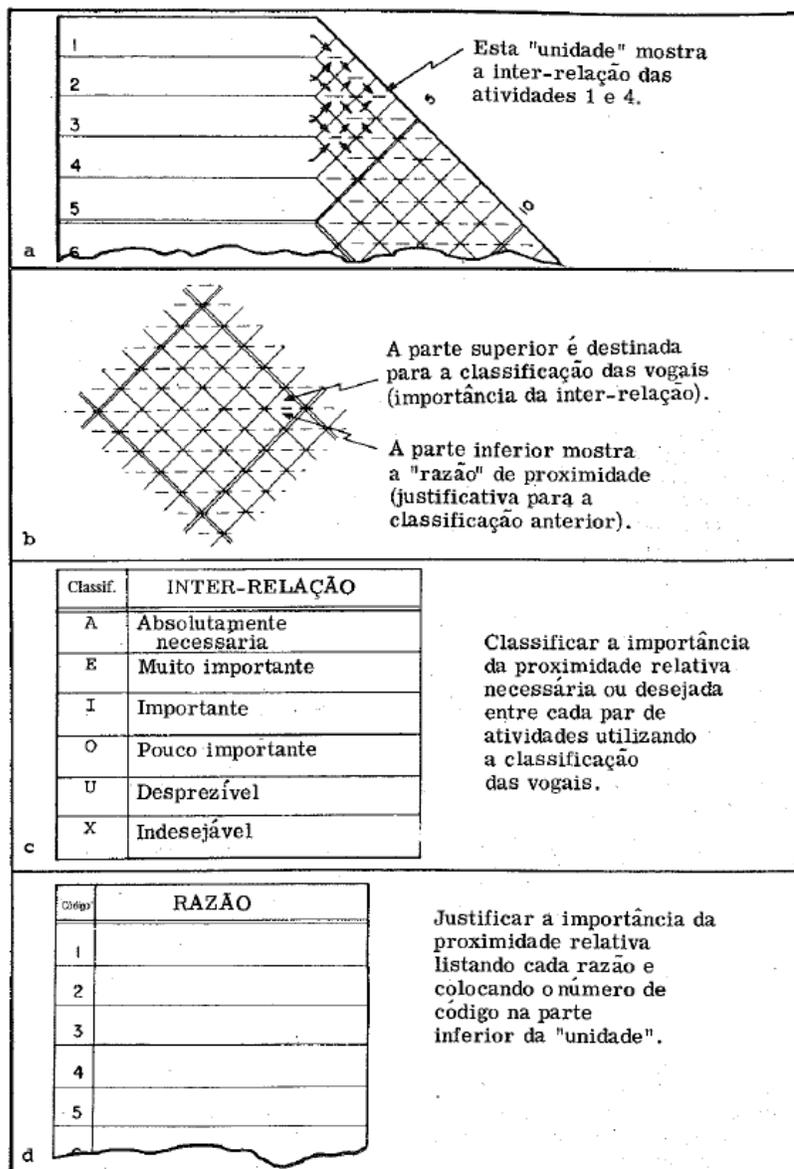
Conforme Muther (1978), os critérios de prioridade de proximidade entre setores são considerados e valores são aplicados para serem usados no diagrama de relacionamento entre atividades quando:

- a) A: Proximidade absolutamente necessária estabelece o valor 4;
- b) E: Situações onde a proximidade especialmente necessária define o valor 3;
- c) I: Onde a proximidade é importante, com valor 2;
- d) O: A proximidade é regular, e tem valor adotado de 1;
- e) U: A proximidade não é importante é definido o valor 0;
- f) X: A proximidade é indesejável e tem valor -1.

Segundo Corrêa e Corrêa (2007) a análise e a inclusão de fatores qualitativos, são realizadas de modo que a prioridade para proximidades entre setores é analisada com a aplicação do diagrama de relacionamento de atividades, podendo incluir os fluxos de maneira quantitativa.

Muther (1978), mostra na Figura 7 que a parte superior da célula é onde fica localizada a classificação das vogais referentes à inter-relação. Posteriormente, é feita a lista de razões, justificando-se a importância de proximidade entre os setores atribuindo um código na parte inferior das células do diagrama.

Figura 7 – Conceitos básicos da Carta de interligações preferenciais



Fonte: Muther (1978)

Muther (1978) também afirma que o número de inter-relações é dado pela seguinte expressão, sendo N o número de atividades listadas:

$$\underline{N \times (N-1)} = \text{Número de inter-relações} \quad (1)$$

2

Correa e Correa (2007) afirmam que a etapa seguinte é a realização da avaliação dos dados e arranjo das áreas de trabalho, onde é planejado o diagrama de

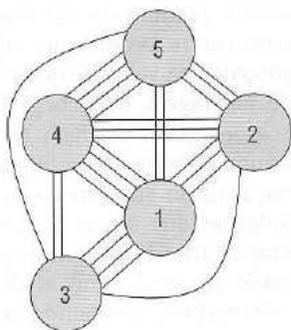
arranjo de atividades, sendo apresentada a relação entre os setores da organização, por meio da representação de linhas. Complementam, ainda, falando que os setores que possuem maiores valores somados devem ser os primeiros incluídos ao desenho. Muther (1978) fala que o número de linhas entre os setores informa o grau de proximidade desejada ou necessária.

De Oliveira e Feitosa (2013) afirmam que a parte superior do losango do diagrama de inter-relação é designado para a classificação da interligação. E complementam: a parte inferior mostra a explicação da proximidade entre os setores.

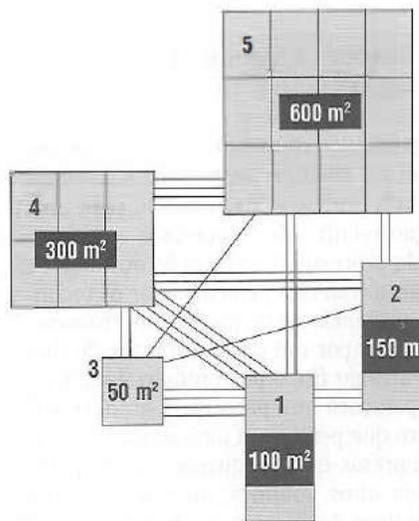
Correa e Correa (2007) propõem também que a etapa seguinte é a determinação de um plano de arranjo de espaços. Segundo os autores, essa etapa apresenta bastante semelhança com a etapa do arranjo de atividades (Figura 8). Porém, agora é considerada a área necessária para cada setor, sendo a sua representação feita com retângulos, com áreas proporcionais.

Figura 8 – Diagramas de arranjo de atividades e de relações de espaços

a. Diagrama de arranjo de atividades



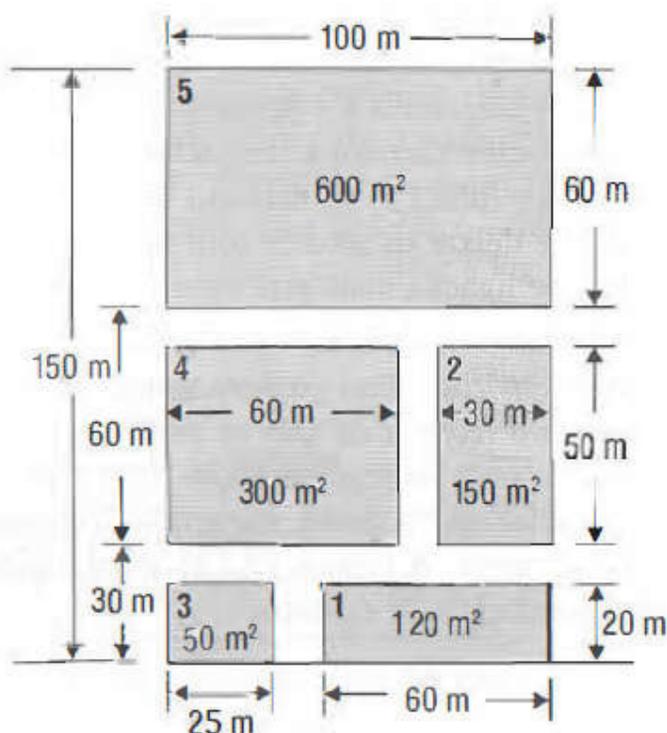
b. Diagrama de relações de espaços



Fonte: Correa e Correa (2007)

Muther (1978) e Correa e Correa (2007) explicam que a etapa seguinte se deve ao ajuste do arranjo físico no arranjo disponível, onde é feito o planejamento para distribuir os setores de forma adequada, tendo como base as análises previamente realizadas, verificando os níveis de prioridade de proximidade e as áreas de cada setor. Como é mostrado no exemplo da Figura 9, nesta etapa é realizada uma acomodação no espaço, de acordo com as análises da etapa anterior.

Figura 9 – Exemplo de ajuste de arranjo no espaço disponível



Fonte: Correa e Correa (2007)

Muther (1978) explica que para identificar o arranjo físico adequado, devem ser considerados alguns fatores, como a utilização de espaço, as condições e satisfação dos empregados, a utilização de espaços, higiene e segurança do trabalho, a flexibilidade do arranjo físico, entre outros. Para facilitar a identificação do melhor plano, o autor recomenda o uso do método de avaliação de fatores, como é mostrado na Figura 10.

O método de avaliação de análise dos fatores é baseado em seis passos, onde o primeiro é a identificação dos planos a serem utilizados, seguido dos fatores que serão utilizados. Depois é realizada a construção da folha de avaliação; em seguida, é determinado o peso para cada fator, e a avaliação dos fatores para cada plano alternativo e. Por fim, é realizado o cálculo dos valores ponderados, onde é identificado o plano mais vantajoso para a organização, de acordo com o valor total encontrado (MUTHER, 1978).

Figura 10 - Método de avaliação de análise de fatores

Listar os fatores, considerações ou objetivos que estão envolvidos (ou se pretende realizar) no projeto

Identifique os planos alternativos por letras

FATORES/CONSIDERAÇÕES	Peso	AVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO PONDERADA					Comentários
		A	B	C	D	E	
1							
2							
3							
4							
5							
TOTAIS							

Indique o peso ou a importância de cada fator relativamente aos outros

Avalie cada plano alternativo em relação a cada fator (coloque na metade superior do retângulo)

Multiplique o peso pela avaliação para obter a avaliação ponderada.

Some as avaliações ponderadas de cada plano alternativo e compare os totais entre si

Fonte: Muther (1978)

3. ESTUDO DE CASO

O presente capítulo tem como objetivo a exploração dos conceitos apresentados nos capítulos 1 e 2 deste trabalho, com a utilização do método de Planejamento Sistemático de *Layout*.

3.1 Caracterização da Organização

O arranjo físico estudado pertence ao Departamento de Matemática que, teve início na década de 1960, da Universidade Federal do Ceará. Oferece cursos de graduação (bacharelado e licenciatura), e cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado). Atualmente o Departamento conta com 385 alunos matriculados, conforme detalhamento na Tabela 1.

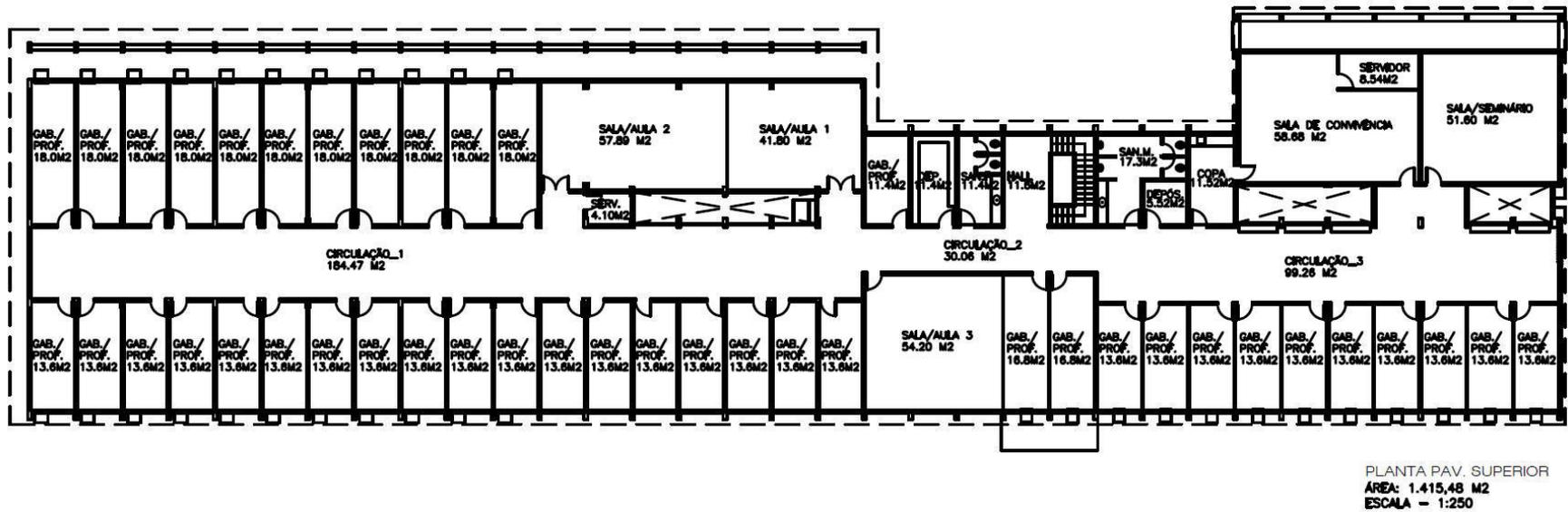
Tabela 1 - Quantidade de aluno por curso

Graduação	
Curso	Alunos Matriculados
Bacharelado	81
Licenciatura	168
Pós-Graduação	
Curso	Alunos Matriculados
Doutorado	39
Mestrado Acadêmico	29
Mestrado Profissional	68

Fonte: Autor (2018)

O Bloco analisado possui dois pavimentos: o pavimento térreo, representado na Figura 11, e o pavimento superior, representado na Figura 12. O pavimento superior, é destinado, principalmente, aos gabinetes dos professores do Departamento, sem salas de atividades administrativas ou de atendimento ao público. Desse modo, o método SLP não será aplicado nesse andar do bloco. Por tanto, a aplicação do método será voltada ao pavimento térreo, por possuir setores de atendimento ao público.

Figura 12 - Planta Pavimento Superior



Fonte: Adaptado - Divisão de Estudos e Projetos – UFC (2012)

O andar térreo do arranjo físico do Bloco do Departamento, como pode ser visto na Figura 12, conta, atualmente, com diversas salas administrativas, salas de estudos, biblioteca, auditórios e salas de apoio, como banheiros. Foram identificadas também as atividades que são semelhantes entre si.

Nas salas administrativas é possível encontrar:

- Secretaria do Departamento;
- Coordenação;
- Secretaria de Pós-Graduação.

No Bloco também é encontrado:

- Auditório de Pós-Graduação;

O Bloco conta com diversas salas de estudos, como:

- Sala de Estudos – PIBID;
- Sala de Estudos – PIBIC;
- Sala de Estudos de alunos do mestrado;
- Sala de Estudos de alunos do doutorado 1;
- Sala de Estudos de alunos do doutorado 2;
- Sala de Leitura.

É lá também que se encontra a Biblioteca do Curso de Matemática, que composta por:

- Acervo;
- Sala de Estar;
- Setor de Controle;
- Sala da Chefia da Biblioteca;
- Banheiro de servidores da Biblioteca;
- Computadores de consulta.

Existem outras salas no bloco, como:

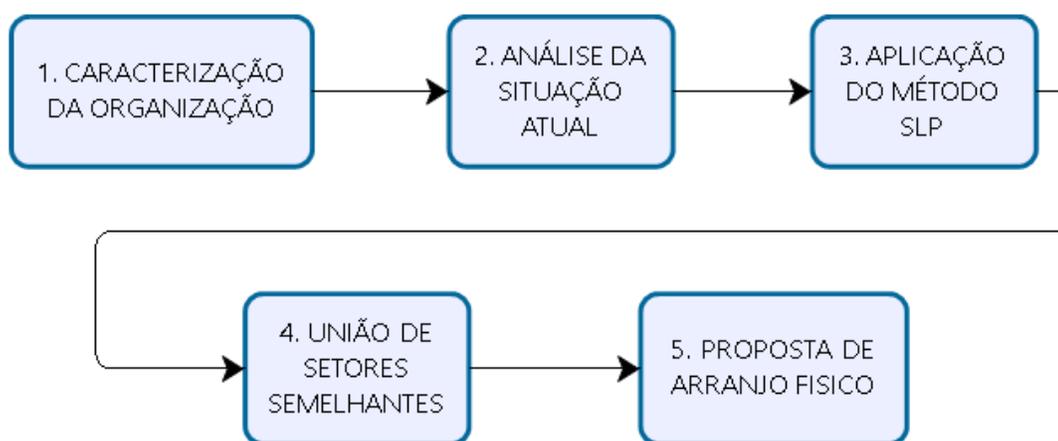
- Sala de professor substituto;
- Gabinetes de professores;
- Sala de convivência;
- Sala da Sociedade Brasileira de Matemática;
- Banheiros (masculino, feminino e deficientes);
- Salas de arquivos (coordenação, chefia e pós-graduação).

Na imagem da planta baixa do ambiente estudado também é possível identificar as áreas, em metros quadrados, de cada espaço presente no arranjo físico, dando melhor compreensão do seu espaço.

3.2 Etapas do estudo

O estudo de caso está dividido em cinco etapas, assim distribuídas (Figura 13):

Figura 13 - Etapas do estudo



Fonte: Autor (2018)

1. Caracterização da organização: Na primeira etapa do estudo foi realizada a caracterização da organização, onde foram apresentadas informações pertinentes às plantas físicas, a quantidade de alunos no Departamento e detalhamento dos setores existentes.

2. Análise da situação atual: Na segunda etapa foi apresentada a situação atual do arranjo físico estudado, sendo detectados problemas e limitações nos setores analisados.

3. Aplicação do Método SLP: Foram descritas as peças chaves para a realização do Planejamento Sistemático de Layout e identificados os dados de entrada P (Produto), Q (Quantidade) e S (Suporte).

3.1. Desenvolvimento da carta de interligações preferenciais: Procederam-se as apresentações das informações referentes à construção da carta de interligações

preferenciais, descritos os passos com exibição da classificação e justificativa de importância de proximidade relativa, seguidos da carta de interligações preferenciais.

3.2. Elaboração do diagrama de inter-relações: Foi apresentado o diagrama de inter-relações. De acordo com o nível de proximidade desejado entre os setores, foi realizada a construção do diagrama. A ordem de diagramação respeitou a tabela de classificação de importância de proximidade relativa, onde os setores de proximidade, considerados absolutamente necessários, foram diagramados, seguidos do restante.

3.3. Identificação da necessidade de espaço: Analisada a necessidade de espaço para cada atividade existente no arranjo físico estudado, de maneira que os tamanhos foram distribuídos em uma tabela e, em seguida, foram identificados os setores que possuem áreas semelhantes, sendo separados em quatro grupos.

4. União de setores semelhantes: Produzida a análise dos setores de atendimento ao público que possuem características semelhantes. Foi realizada a união dos setores Secretaria do Departamento, Coordenação e Secretaria de Pós-Graduação, unificando também as salas de arquivos existentes em cada órgão, com apresentação do desenho do arranjo físico, que representa a unificação dos setores.

5. Proposta de arranjo físico: Nesta etapa foi proposto um novo arranjo físico, de acordo com a aplicação do método e as análises realizadas nas etapas anteriores. Para uma melhor compreensão, foram realizadas a identificação e a descrição de cada alteração proposta.

3.3 Análise da situação atual

A realizar a análise do arranjo físico atual do espaço estudado, verificou-se a identificação de alguns problemas e limitações, que foram:

a) Distância entre os setores de atendimento ao público, gerando um excesso de deslocamento dos membros da comunidade acadêmica;

b) Salas de estudos, onde é necessário o silêncio, próximas às salas que requerem diálogo e possuem inúmeras de abertura da porta de entrada e saída, causando incômodo aos que necessitam de concentração;

c) Falta de comunicação entre os setores de atendimento ao público, devida a falta de proximidade, causando, em certos momentos, retrabalhos;

d) Setores mais visitados, como a Secretaria do Departamento, distantes dos locais com maior fluxo de pessoas, como as portas do bloco e as escadas, o que causa dificuldade para quem não está familiarizado com o espaço.

Esses problemas foram encontrados após a realização da análise no setor, identificando as demandas dos membros da comunidade acadêmica.

3.4 Aplicação do Método SLP

Para a aplicação do método, foram identificados inicialmente os dados iniciais, considerados as peças chaves. Com essas identificações é possível a realização das etapas do Planejamento Sistemático de *Layout*. Os dados de entrada P (Produto), Q (Quantidade) e S (Suporte) resultam nas inter-relações de atividades de serviço.

3.4.1 Produto/Serviço Prestado (P)

- Secretaria do Departamento de Matemática:

Essa Secretaria é responsável pela gestão administrativa do Curso, possui um chefe e dois secretários. Atende aos professores, com a realização e controle dos processos administrativos realizados pelo setor; controla as ordens de serviços de manutenções referentes ao Bloco, distribui as salas para as turmas ofertadas para os cursos de graduação; fornece material didático aos professores e controla as disciplinas do Departamento e suas respectivas ementas.

O Departamento também realiza a oferta das disciplinas, além de proceder a distribuição entre os professores do colegiado, definindo a quantidade de alunos em cada turma e a abertura de vagas quando necessárias.

Aos alunos, a Secretaria do Departamento disponibiliza as ementas das disciplinas, as solicitações de segunda chamada das provas e realiza o controle dos processos de aproveitamento de disciplinas.

- Coordenação:

A Coordenação realiza a gestão acadêmica dos cursos de bacharelado e licenciatura, definindo os projetos pedagógicos, defendendo os interesses dos alunos em relação ao colegiado. Possui um coordenador e um secretário para cada curso

(bacharelado e licenciatura). É responsável pelas verificações das instalações, do controle dos laboratórios e das salas de estudos disponíveis aos alunos da graduação.

Em relação aos alunos, a Coordenação auxilia com as informações referentes às disciplinas do curso, realiza matrícula, solicita abertura de vagas aos departamentos, trancamentos de matrícula dos alunos, controle dos documentos necessários à colação de grau dos alunos, auxilia o centro acadêmico, realiza a gestão de bolsistas, entre outros serviços.

- Secretaria de Pós-Graduação:

A Secretaria de Pós-Graduação em Matemática possui um coordenador e duas secretárias. Realiza a gestão acadêmica e administrativa dos cursos referente aos alunos já graduados; realiza trabalhos de distribuição das salas para aulas e disciplinas da pós-graduação; é responsável pelas inscrições em cursos, pelo controle de documentação dos alunos do mestrado e doutorado, entre outros diversos serviços.

A Secretaria de Pós-Graduação possui os cursos de Mestrado Acadêmico em Matemática, Mestrado Profissional em Matemática, Doutorado Acadêmico em Matemática e a Escola de Verão, que ocorre nos meses de janeiro e fevereiro, onde são oferecidos outros cursos, minicursos, eventos e seminários, referentes ao curso de matemática.

- Biblioteca do Curso de Matemática:

Integra o sistema de bibliotecas da Universidade Federal do Ceará. A biblioteca conta com uma equipe composta por uma diretora e três assistentes.

O acervo disponível na Biblioteca é focado nas áreas de Matemática, Computação e Estatística. Na sua estrutura os alunos possuem uma área de estudo, equipados computadores com acesso à internet e à rede *wireless*.

3.4.2 Suporte (S)

O Bloco possui atividades que dão suporte às áreas de serviço, tais como: sanitários, salas de estudos (7), salas de arquivos da coordenação, chefia e pós-graduação, auditório da pós-Graduação, salas de professores substitutos, sala de convivência, e outros.

3.4.3 Quantidade (Q)

Em relação as quantidades, os setores de serviços possuem variações no número de atendimentos, ao longo do ano.

A Secretaria do Departamento de Matemática possui uma maior quantidade de atividades durante o início do semestre, quando é feita a distribuição de disciplinas, de salas e abertura de vagas.

A Coordenação verifica uma alta demanda durante o período de matrículas e ao final do semestre, ao período de colação de grau de alunos formandos nos cursos de bacharelado e licenciatura.

A Secretaria de pós-Graduação tem uma alta na demanda durante os meses de janeiro e fevereiro, haja vista o início da Escola de Verão. Outra demanda elevada acontece durante o mês de outubro, devida a realização de processos seletivos para a formação de novas turmas.

3.5 Desenvolvimento da Carta de Interligações Preferenciais

Analisando as salas do Bloco e a existência de particularidades para cada área, foi realizada uma carta de interligações preferenciais, onde as atividades são listadas.

Essa carta consiste em uma matriz triangular onde é possível identificar o nível de proximidade e o modelo de interação entre as atividades do projeto, sendo uma ferramenta prática e efetiva para a idealização ou replanejamento de um arranjo físico. Para Muther (1978, p.33), a carta de interligações preferenciais pode ser definida como “Esta carta é uma matriz triangular onde representamos o grau de proximidade e o tipo de inter-relação entre certa atividade e cada uma das outras.”.

Na carta foi realizada a classificação de importância de proximidade desejada entre cada setor do arranjo físico estudado, sendo utilizadas vogais para a sua identificação, conforme pode ser visto na representação a seguir (Quadro 1):

Quadro 1 - Classificação de importância de proximidade relativa

Valor	Proximidade
A	Absolutamente Necessário
E	Absolutamente Importante
I	Importante
O	Pouco Importante
U	Desprezível
X	Indesejável

Fonte: Adaptado – Elias et al (1998)

Em seguida, realiza-se a justificativa da importância da proximidade relativa, sendo cada razão relacionada a um número específico, facilitando, assim, a compreensão da classificação dos pares de atividades da matriz de interligações. A lista com as razões pode ser vista na Quadro 2, onde as seis razões utilizadas na matriz são listadas.

Quadro 2 - Justificativa da importância de proximidade relativa

Código	Razão
1	Ruídos, Perturbação
2	Atividade Semelhante
3	Troca de Informações
4	Fluxo de Documentos
5	Fluxo de Pessoas
6	Deslocamento Entre Setores

Fonte: Adaptado – Elias et al (1998)

Na lista de razões para o grau de proximidade, apresentada no Q, é possível verificar:

- Razão 1: A existência de ruídos, barulhos ou perturbações em um dos pares de atividades, o que poderia afetar o rendimento da outra atividade analisada em conjunto;
- Razão 2: Setores que possuem atividades semelhantes, facilitando a proximidade;

- Razão 3: Quando os setores possuem alguns trabalhos a serem praticados em conjunto, havendo a necessidade de troca de informações de maneira constante;

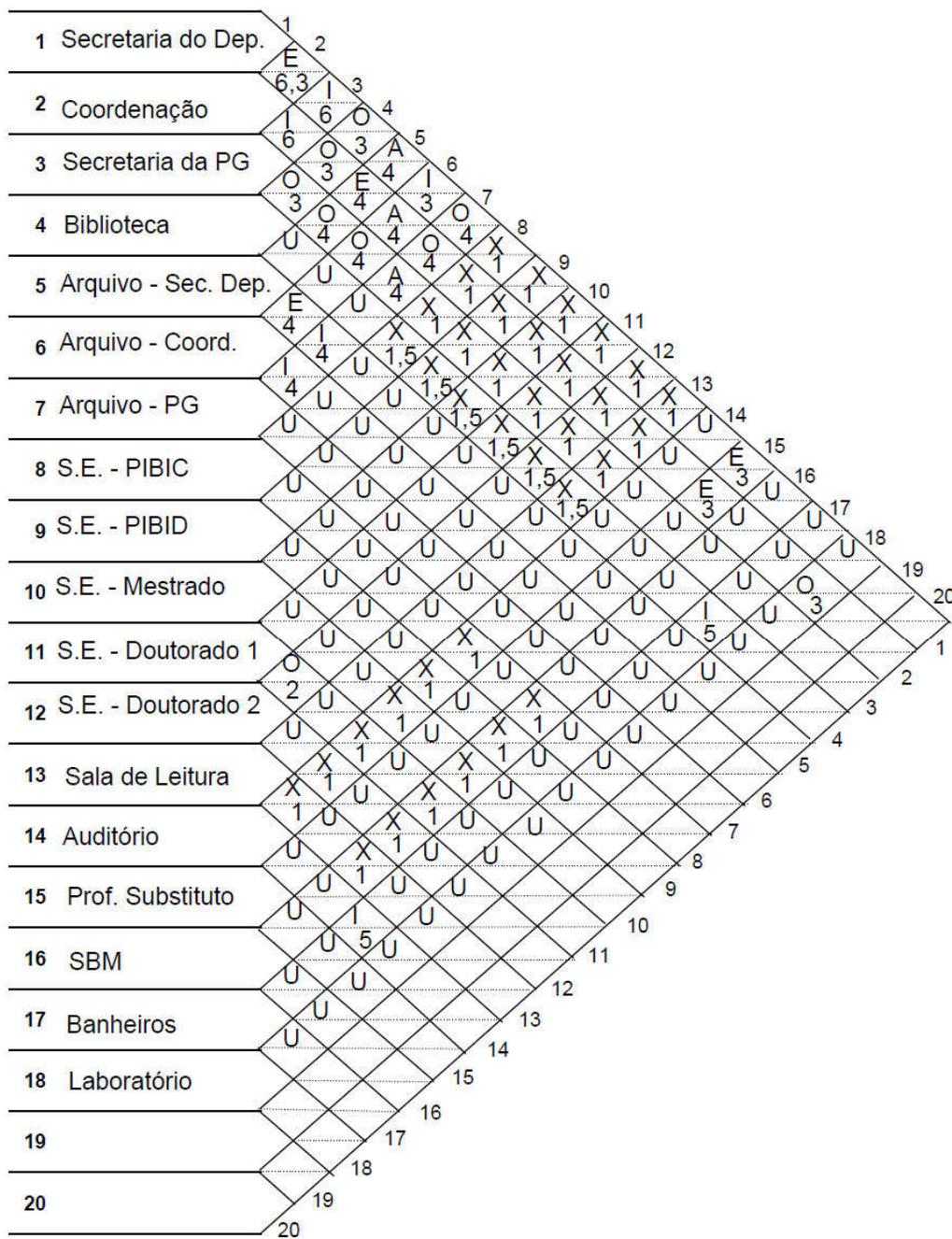
- Razão 4: A existência, rotineira, da troca ou consulta de documentos entre os setores;

- Razão 5: Quando um dos pares de atividades possui diariamente um grande fluxo de pessoas da comunidade acadêmica;

- Razão 6: Quando é comum o deslocamento de membros da comunidade acadêmica entre os dois setores analisados, ou seja, quando o usuário de um setor necessita de um documento gerado no outro setor para conseguir concretizar a sua solicitação.

Com as atividades listadas, as classificações de importância de proximidade relativa e suas justificativas, foi idealizada a Carta de Interligações Preferenciais, que inseriu análises das proximidades dos setores sem ter o fluxo como principal fator, como bem demonstra a Figura 14.

Figura 14 - Carta de Interligações Preferenciais



Fonte: Autor (2018)

Analisando a Carta de Interligações Preferenciais é possível identificar alguns grupos semelhantes: salas de estudos e salas de leitura, que necessitam de silêncio. Para evitar ruídos e possíveis interrupções é importante manter distância das áreas mais movimentadas, como as salas de atendimento ao público e o auditório.

As áreas administrativas e de atendimento ao público, como a Secretaria do Departamento, a Coordenação, a Biblioteca e a Secretária de Pós-Graduação possuem atividades relacionadas, como compartilhamento de arquivos e informações em geral. Neste caso é importante uma proximidade para melhorar a comunicação entre os setores e a diminuição de deslocamento desnecessário dos membros da comunidade acadêmica. Nesse sentido, a proximidade da sala de arquivos com as salas administrativas é de grande importância para um bom fluxo de documentos. Uma boa comunicação entre setores resulta uma diminuição do retrabalho e permite, com maior comodidade, a realização de atividades conjuntas.

Outro fator observado é que a Sala de Professores Substitutos seria ideal ficar próxima da Secretaria do Departamento e da Coordenação, para facilitar a coleta de informações e materiais didáticos.

Foi observado também que os banheiros, preferencialmente, seriam mais adequados próximos aos setores que possuam grande circulação de pessoas, como a Biblioteca e o Auditório.

Figura 15 - Número de atividades listadas

$$\frac{N \times (N-1)}{2} =$$
$$\frac{18 \times (18-1)}{2} = 153$$

Fonte: Autor (2018)

É de fundamental importância identificar todas as interligações existentes no diagrama. O número de inter-relações existente é encontrado pela expressão apresentada na Figura 15, onde N é a quantidade de atividades listadas no diagrama.

3.6 Elaboração do Diagrama de Inter-relações

Devido ao não interesse na direção do fluxo entre as atividades, o diagrama será analisado a partir da classificação de proximidade. Com a realização da Carta de

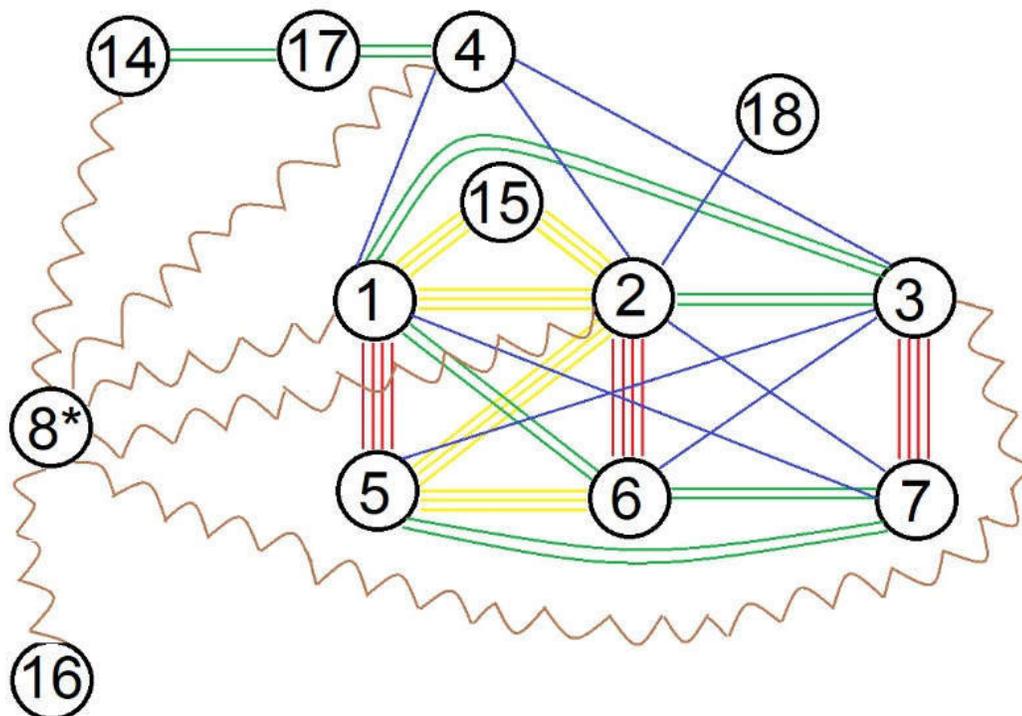
Interligações Preferenciais é possível realizar a diagramação das inter-relações entre atividades.

O método realiza a ligação entre as atividades por meio de linhas, onde a quantidade de linhas e suas cores representam o grau de proximidade entre as atividades. O Diagrama foi construído sendo colocados primeiramente os setores considerados absolutamente necessários, ou seja, os que possuem um grau de proximidade mais elevado entre eles. Em seguida, foram colocados os setores muito importantes, representados por três linhas. Na etapa seguinte, foram colocados os setores que possuem nível de proximidade considerada importante seguidas das atividades com relações consideradas pouco importantes. As inter-relações que são consideradas desprezíveis não foram postas no diagrama. Por último, foram colocadas inter-relações indesejáveis, representadas por uma linha sinuosa de coloração marrom, para representar os setores onde é adequado manter certa distância.

Para uma melhor compreensão visual do Diagrama, alguns setores foram representados por apenas um número. Isso se deve ao fato de que as atividades são semelhantes e apresentam as mesmas carências, na instalação do arranjo físico analisado. As atividades Sala de Estudos PIBIC, Sala de Estudos PIBID, Sala de Estudos Mestrado, Sala de Estudos Doutorado 1, Sala de Estudos Doutorado 2 e a Sala de Leitura foram definidas como a atividade de número 8 do diagrama, sendo registrado com um asterisco, para representar esse setor.

O Diagrama de Inter-relações está representado na Figura 16, cujas atividades são representadas por números. Como já citados na Carta de Interligações Preferenciais, o Diagrama simboliza a melhor ligação entre as atividades. Na figura 17 é mostrada a legenda para cada tipo de linha utilizada.

Figura 16 - Diagrama de Inter-relações



Fonte: Autor (2018)

Figura 17 - Tipos de linha do Diagrama de Inter-relações

TIPO DE LINHA	PROXIMIDADE
	A
	E
	I
	O
	X

Fonte: Autor (2018)

No Diagrama foi identificada uma forte necessidade de que os setores Secretária do Departamento, Coordenação e Secretaria de Pós-Graduação precisam estar próximas das salas de seus respectivos arquivos, sendo tal providencia considerado absolutamente necessário. Isso ocorre devida à necessidade que os setores administrativos possuem, em relação aos seus arquivos para consultas de

informações e para as realizações de atividades, como, por exemplo, a criação de processos administrativos.

As salas administrativas possuem necessidades absolutamente importantes. É o caso da Coordenação com a Secretaria do Departamento e, de importante, como exemplo, a Secretaria da Pós-Graduação com a Secretaria do Departamento. Essa necessidade surge dada à importância de uma boa comunicação entre os setores, na realização de atividades conjuntas. A Biblioteca é considerada de proximidade importante quando interage com as outras atividades de atendimento ao público.

Na elaboração do Diagrama foi verificada a importância do setor 8 (área das salas de estudos e leitura) pois, afastado de atividades que apresentem ruídos e excesso de movimentação de pessoas. Dessa maneira, foi considerada indesejável a proximidade com as outras seis atividades.

O conjunto que inclui banheiro feminino, masculino e para deficientes, considerou-se importante a proximidade de áreas onde existe um grande fluxo de pessoas (Biblioteca e o Auditório), tendo como objetivo permanecer próximo de maior grupo de pessoas.

3.7 Identificação da Necessidade de Espaço

Para uma melhor compreensão do espaço necessário a cada área e a realização de ajustes dentro do espaço já construído, evitando-se o excesso de gastos, foi realizada uma análise dos espaços da situação atual, sendo elaborada uma tabela com o nome de cada atividade e seus respectivos tamanhos. Essas informações podem ser vistas na Tabela 4.

Os tamanhos apresentados na Tabela 2 foram disponibilizados pela Divisão de Estudos e Projetos da UFC, por meio da planta do pavimento térreo do bloco estudado. A atividade biblioteca inclui todas as suas salas, como controle, acervo e chefia.

Tabela 2 - Área de cada setor

Setor	Área (m²)
Biblioteca	567,5
Secretaria da Pós-Graduação	37,34
S.E. Doutorado 1	37,16
S.E. Doutorado 2	37,34
Arq. Pós-Graduação	19,0
S.E. PIBID	18,32
Sala de Leitura	70,97
SBM	11,4
WC deficientes	11,4
WC feminino	11,4
WC masculino	11,4
Prof. Visitante	23,52
S.E. Mestrado	67,69
Auditório	67,69
Arq. Departamento	18,1
Secretaria do Departamento	37,34
S.E. PIBIC	37,37
Laboratório	37,34
Coordenação	37,34
Arq. Coordenação	18,1

Fonte: Autor (2018)

Em seguida, foi verificada a existência de setores que possuem áreas do mesmo tamanho ou semelhantes, permitindo analisar a possibilidade de trocas de salas, sem a necessidade de grandes reformas estruturais.

A tabela 3 mostra a distribuição de setores que possuem áreas semelhantes e foram separados em quatro grupos, sendo desconsideradas a Biblioteca e a Sala de Professor Substituto, pela inexistência de salas com o mesmo dimensionamento no espaço analisado. A distribuição em grupos é importante para que seja possível analisar quais os setores podem trocar de espaço em um novo planejamento de arranjo físico, sem a necessidade de reformas.

Tabela 3 - Divisão das áreas por grupos

Grupo	Setor	Área (m²)
A	Sala de Leitura	70,97
	S.E. Mestrado	67,69
	Auditório	67,69
B	SBM	11,4
	WC deficientes	11,4
	WC feminino	11,4
	WC masculino	11,4
C	Arq. Pós-Graduação	19,0
	S.E. PIBID	18,32
	Arq. Coordenação	18,1
	Arq. Departamento	18,1
D	Secretaria do Departamento	37,34
	S.E. PIBIC	37,37
	Laboratório	37,34
	Coordenação	37,34
	Secretaria da Pós-Graduação	37,34
	S.E. Doutorado 1	37,16
	S.E. Doutorado 2	37,34

Fonte: Autor (2018)

3.8 União de Setores Semelhantes

Analisando as áreas de atendimento ao público é possível notar a existência de atividades interligadas, de atividades compartilhadas e da realização de trabalhos semelhantes. Nesse sentido, seriam unificados os seguintes setores:

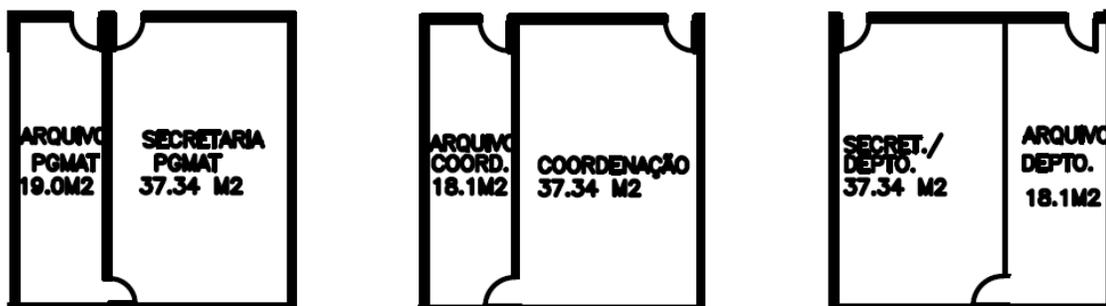
- Secretaria do Departamento;
- Coordenação;
- Secretaria de Pós-Graduação.

Dessa forma, os Servidores Técnico-Administrativos ficariam distribuídos na mesma sala, de maneira que as atividades que estivessem com elevada demanda poderiam ser divididas entre os servidores ociosos no momento. Assim, as atividades ficariam melhor distribuídas entre a equipe, além de uma melhoria significativa na comunicação entre os setores.

As salas de arquivos dos respectivos setores também seriam unificadas, facilitando a troca de documentos e a comunicação entre os setores estudados. Na

Figura 18 é possível verificar a situação atual dos setores de atendimento ao público e as salas de arquivo.

Figura 18 - Setores de atendimento ao público



Fonte: Autor (2018)

Para possível unificação das secretarias, um espaço com o tamanho adequado se faz necessário para atender as carências dos setores. Desta maneira, um modelo de distribuição de sala pode ser encontrado na Figura 19, de modo que a sala da secretaria e a sala de arquivo tenham um espaço adequado para a realização das atividades.

Figura 19 - Secretarias unificadas



Fonte: Autor (2018)

Deste modo, as Secretarias (do Departamento, de Coordenação e de Pós-Graduação) ficariam em uma sala de 93,68 m², de maneira que todos os seis servidores compartilhariam o mesmo espaço. Os arquivos das Secretarias também seriam colocados em uma única sala, ocupado 55,48 m². A sala das secretarias unificadas seria a junção do espaço físico da sala da Secretaria de pós-graduação, sala de arquivo de pós-graduação e a sala de estudos Doutorado 2. A sala de arquivos

das Secretarias seria o resultado da união entre a sala de estudo PIBID com a sala de estudo Doutorado 1.

3.9 Proposta de Arranjo Físico

Após as análises dos problemas e aplicação do método SLP (*Systematic Layout Planning*), foi proposta um novo arranjo físico para o pavimento, tendo como objetivo realizar melhorias para os membros da comunidade acadêmica que frequentam o espaço estudado. Assim, as propostas de melhorias buscar atender as demandas identificadas após a aplicação do método SLP, de maneira que não fosse necessário despende de um alto custo, realizando adaptações pontuais no espaço físico analisado, como a troca de setores por espaços físicos semelhantes, como identificados na Tabela 5.

As alterações foram apresentadas na Figura 20, de maneira que cada modificação foi representada por setas para uma melhor compreensão do estudo. A utilização de cores e números nas setas da proposta de arranjo físico foi para facilitar a explicação do que levou a realização desse tipo de alteração física, sendo apresentado um total de 11 setas.

As setas 1 e 2 (cor azul), representam a unificação das Secretarias e de seus respectivos arquivos. Essa nova distribuição, como apresentado, representa a unificação do espaço físico dos setores: Secretaria do Departamento, Coordenação e Secretaria de Pós-Graduação.

As setas 3 e 4 (cor verde), representam a troca de espaço físico entre os setores Auditório e Sala de Leitura. Tal alteração é devido à necessidade dos setores de “estudo” e “leitura” ficarem próximos às áreas com atividades semelhantes, devida a indispensabilidade de silêncio, permitindo a concentração dos usuários dos setores analisados.

A representação (cor vermelha), é referente ao laboratório proposto para ocupar o espaço que anteriormente era da coordenação. Essa alteração permite melhor aproximação dos setores de estudos.

As setas 6, 7 e 8 (cor cinza), representam as salas de estudos Doutorado 1, Doutorado 2 e PIBID. As salas de estudo ficariam próximas de áreas comuns, não sendo prejudicadas por ruídos e movimentos frequentes de áreas de atendimento ao público.

A troca de salas representadas pelas setas 9 e 10 (lilás), é devida a necessidade de os banheiros ficarem próximos aos locais que apresentam grande fluxo de pessoas (auditório e a biblioteca). Desse modo, o banheiro masculino foi alterado de lugar com a sala da SBM, ficando os três banheiros (masculino, feminino e deficientes) próximos às áreas de grande circulação.

A seta 11 (cor ciano), representa a área que anteriormente era utilizada para arquivos da Coordenação, que com a proposta de unificação, a área ficou livre. A área livre pode ser usada futuramente como uma área de descanso e lazer para os servidores do Departamento.

3.10 Resultados esperados

Com as alterações propostas é possível definir alguns resultados esperados para o caso estudado. As melhorias propostas têm como foco, principalmente, a relação dos membros da comunidade científica com os setores de atendimento ao público. Os resultados esperados, após a proposta do novo arranjo físico, estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Resultados esperados

Resultados Esperados	
Economia de movimento	- Redução de deslocamento de membros entre os setores.
Integração	- Integração dos setores, melhorando a comunicação entre os funcionários e evitando o retrabalho. - Melhor proximidade entre os setores semelhantes e que possuem as mesmas necessidades.
Flexibilidade	- Possibilidade de flexibilização entre as atividades dos funcionários, havendo uma melhor distribuição de trabalho, evitando sobrecarga e ociosidade.
Facilidade no atendimento	- A união dos setores em apenas um local traz facilidade ao usuário, sendo possível realizar todas as atividades requisitadas em apenas um local.
Aproveitamento de espaço	- Com a nova distribuição de setores, foi possível a identificação de espaço livre.

Fonte: Autor (2018)

Realizando a comparação entre o arranjo físico atual (Figura 11) e o proposto (Figura 20), foi possível verificar que as atividades semelhantes, antes separadas, foram colocadas próximas ao modelo proposto, resultando em maior facilidade aos usuários.

Outro benefício resultante da alteração seria um acréscimo no tempo de atendimento diário, pois com a junção dos funcionários na mesma sala, seria possível diversificar as escalas da equipe, de modo que o horário de atendimento fosse expandido.

A economia de movimento, esperada com o modelo proposto pelo trabalho, pode ser encontrada de maneira quantitativa, identificando a redução de deslocamento entre os setores do *layout*. Para isso, foi simulado o deslocamento de um usuário dos setores de atendimento ao público do espaço estudado, de maneira que, para atingir seu objetivo, fosse necessário percorrer pelos seguintes setores:

- a) Coordenação e Secretaria do Departamento;
- b) Secretaria de Pós-Graduação e Secretaria Do Departamento;

c) Secretaria de Pós-Graduação e Coordenação.

As distâncias foram tabeladas e identificadas por letras, de maneira que cada deslocamento entre os setores fosse analisado. Dessa maneira, a Tabela 4 representa a distância realizada em cada deslocamento.

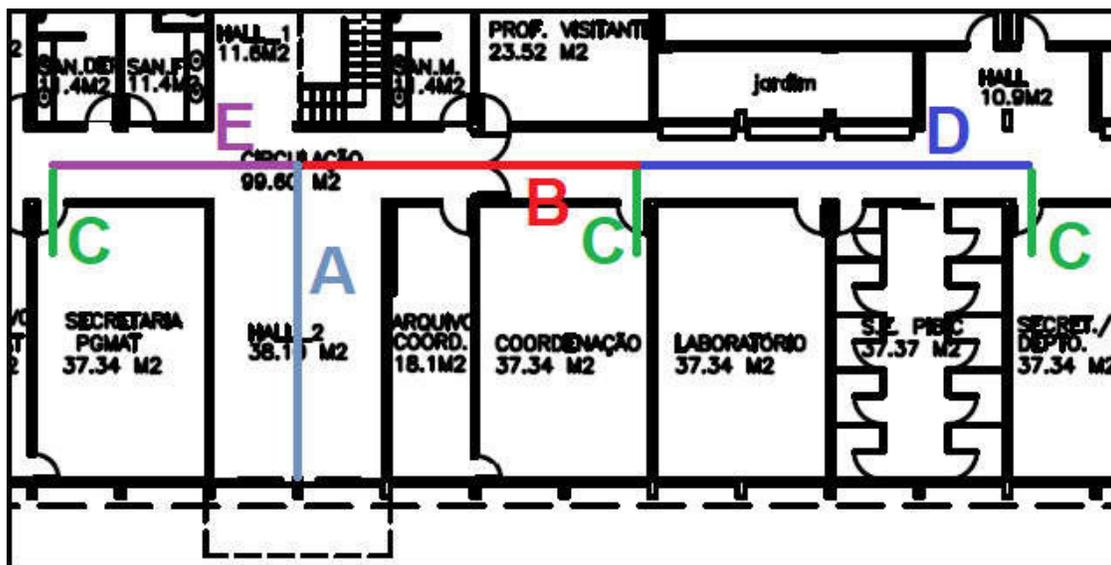
Tabela 4 - Deslocamentos

Deslocamento	Distância (m)
A	8,9
B	9,6
C	2,42
D	10,89
E	6,87

Fonte: Autor (2018)

Desse modo, é possível verificar o deslocamento realizado para cada atividade, como representado na Figura 21.

Figura 21 - Deslocamento entre setores



Fonte: Autor (2018)

Ao analisar a Figura 21, é possível quantificar cada percurso realizado entre as secretarias, como representado na Tabela 5.

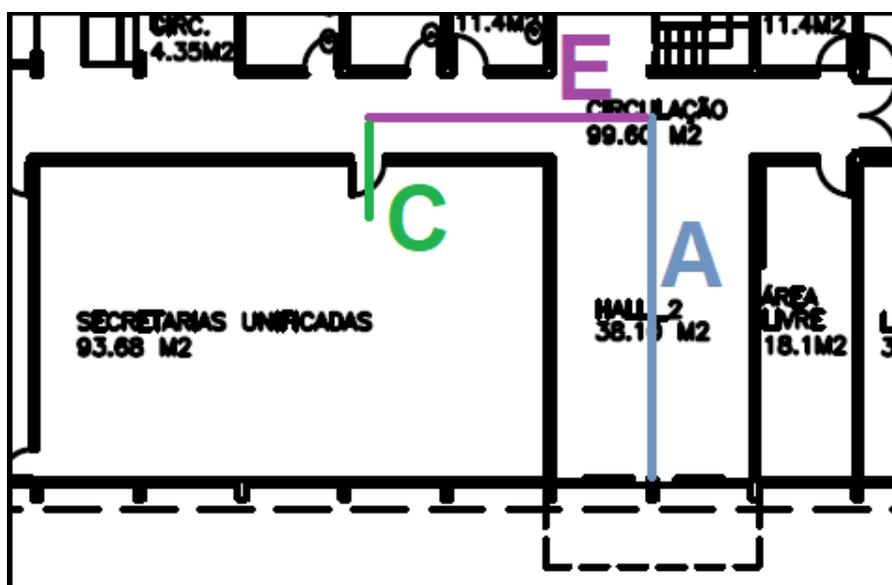
Tabela 5 - Percursos realizados

Setores envolvidos	Percurso realizado	Distância total (m)
Coordenação - Dep. de Matemática	A - B - C - C - D - C - C - D - B - A	68,46
Pós-Graduação - Dep. de Matemática	A - E - C - C - E - B - D - C - C - D - B - A	82,2
Pós-Graduação - Coordenação	A - E - C - C - E - B - C - C - B - A	60,42

Fonte: Autor (2018)

A simulação no *layout* proposto, pode-se verificar que, para as três simulações de movimentos, é necessário o mesmo deslocamento (Figura 22).

Figura 22 - Deslocamento após unificação



Fonte: Autor (2018)

Pela a Tabela 6, verifica-se que o deslocamento necessário para a realização das atividades é de 36,38 metros.

Tabela 6 - Percurso realizado

Setores envolvidos	Percuso realizado	Distância total (m)
Secretarias Unificadas	A - E - C - C - E - A	36,38

Fonte: Autor (2018)

Com as distâncias identificadas, foi calculada a redução do movimento esperado para cada atividade conjunta, sendo encontrada uma redução média de 47,46% (Quadro 4).

Quadro 4 – Resultados de redução de movimento no layout proposto

Deslocamento	Deslocamento atual (m)	Deslocamento proposto (m)	Redução de movimento
Coordenação e secretaria do departamento	68,46	36,38	46,86%
Secretaria de pós-graduação e secretaria do departamento	82,2	36,38	55,74%
Secretaria de pós-graduação e coordenação	60,42	36,38	39,79%
		Redução média	47,46%

Fonte: Autor (2018)

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, com a aplicação do método SLP, foi possível identificar carências em um setor de atendimento ao público de uma universidade federal, sendo possível identificar problemas como movimentos desnecessários de usuários dos serviços devida à separação dos setores, à dificuldade de comunicação ideal entre os funcionários, à distribuição de tarefas, causando sobrecargas e ociosidade, e à proximidade inadequada de áreas com bastante ruídos com áreas que necessitam de silêncio.

Para este estudo, foram abordados quatro objetivos específicos, que foram atendidos ao longo do trabalho.

O primeiro objetivo específico foi alcançado nos Tópicos 3.1 e 3.2 do estudo de caso, onde foram apresentados o arranjo físico atual e os problemas encontrados após análises. Nesses Tópicos foram feitos o detalhamento do arranjo físico e a análise das carências.

O segundo objetivo específico foi alcançado nos Tópicos 3.3, 3.4 e 3.5, onde foi aplicado o método SLP. Ali está apresentada a aplicação do método de maneira detalhada.

O terceiro objetivo específico foi obtido nos Tópicos 3.6, 3.7 e 3.8, onde foi proposto um novo modelo de *layout*, como apresentado na Figura 20, que identifica as alterações propostas durante o trabalho.

O quarto objetivo específico foi apresentado no Tópico 3.9, onde foi possível realizar a comparação entre o arranjo físico atual e o proposto durante o estudo de caso, identificando os resultados esperados (Quadro 1).

As alterações propostas neste trabalho têm como objetivo diretriz a baixa utilização de recursos, de modo que o arranjo físico apresentado seja possível de ser realizado com poucas adaptações estruturais no espaço analisado. Exemplificando, é possível observar a troca de salas entre setores e pequenas alterações físicas.

Ao todo, foram realizadas 153 inter-relações entre as atividades do arranjo físico para a realização da Carta de Interligações Preferenciais. As principais alterações propostas foram uma maior proximidade entre os setores que têm como foco o estudo e afastando-se das atividades que possuam uma grande movimentação,

de maneira que a produção de perturbações fosse reduzida, não prejudicando os usuários.

As alterações referentes aos setores de atendimento ao público visam a unificação dos setores, de maneira que as realizações de atividades fossem facilitadas e, em especial, o atendimento aos usuários fosse melhorado. Assim, os deslocamentos entre os setores seriam eliminados, aumentando a velocidade para realização de atividades. Foram propostas também alterações nas localizações dos banheiros, deixando-os mais próximos de setores com alto fluxo de pessoas.

A realização deste trabalho permitiu a verificação de que é possível melhorar setores de atendimento ao público, com a utilização de métodos de arranjo físico, não sendo necessários elevados dispêndios de recursos.

A comparação entre o arranjo físico atual e o proposto mostrou que as alterações atenderam às carências identificadas, dividindo-se as áreas por atividades semelhantes.

4.1 Trabalhos futuros

Como sugestão de trabalho futuro, faz-se uma análise da viabilidade econômica da melhoria proposta, como também um estudo da eficiência dos setores após a implantação do arranjo físico proposto.

REFERÊNCIAS

ANTON, C. I., EIDELWEIN, H., DIEDRICH, H. Proposta de Melhoria no Layout da Produção de uma Empresa do Vale do Taquari. **Revista Destaques Acadêmicos**, vol. 4, N. 1, 2012.

CORRÊA, H. L. CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DA SILVA, M. G.; MOREIRA, B. B. **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SLP NA REFORMULAÇÃO DO LAYOUT DE UMA MICRO EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO**. XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, 2013. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_stp_091_618_13943.pdf>.
Acesso em 24 set. 2018.

DE OLIVEIRA, M. A.; FEITOSA, L. de M. **APLICAÇÃO DO SISTEMA SLP: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE ESTOFADOS**. XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, 2013. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_sto_177_010_23066.pdf>.
Acesso em: 25 set. 2018.

ELIAS, S. J. B.; LEITE, M. O.; SILVA, R. R. T. & LOPES, L. C. A. **Planejamento do Layout do canteiro de obras: aplicação do SLP (Systematic Layout Planning)**. In: Encontro Nacional de engenharia de Produção, XVIII, 1998, Niterói-RJ. Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração da produção e Operações**. São Paulo. Pioneira. 2001.

GIL, A. C. - **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HERAGU, S. S. **Facilities Design**. 2 ed. Boston: PWS Publishing Co., 1997.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS. **Censo da Educação Superior**: INEP, 2016.

JUNIOR, J. A. S.; ANDRADE, M. H. S.; CARMO, B. B. T.; SANTIAGO, K. J ALBERTIN, M. R. **Identificação do layout adequado em uma empresa de tecnologia eletrônica**. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão, p. 1-22, 2012.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica (Livro Digital)**. 3a Ed. São Paulo, SP: Editora Atlas, 2012.

MOURA, R. A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**. 5 ed. rev. São Paulo: IMAM (Série Manual de Logística), v. 1, 2005.

MOREIRA, D. A. - **Introdução à Administração da Produção e Operações**. Ed. Pioneira. São Paulo, 1998.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. Rev e amp. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 1978.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba : UnicenP, 2007.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ROCHA, F. B. de A.; CAMPOS, M. C.; PACHECO, N. de O.; DA SILVEIRA, R. R.; DE FALANI, S. Y. A. **ESTUDO DO LAYOUT ATRAVÉS DO SLP: UMA PROPOSTA COM VALIDAÇÃO PELO MÉTODO SCORE PARA UMA FÁBRICA DE POLPAS DE FRUTAS**. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Belo Horizonte, 2011. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_855_18983.pdf>.
Acesso em: 13 set. 2018.

SILVA, E. L. MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4ª ed. atualizada e revisada. Florianópolis: 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Revisão técnica Henrique Corrêa, Irineu Giansi. São Paulo, Atlas, 2002.

SLACK, N. & CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª Edição, São Paulo, Atlas, 2009.

STEVENSON, W. J. **Administração das Operações de Produção**. LTC. 6ª edição. Rio de Janeiro, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Pró-Reitoria de Planejamento. Coordenadoria de Obras e Projetos. Divisão de Estudos e Projetos. **914 - Departamento de Matemática - Pós-Graduação**. Fortaleza, 2012.

VIEIRA, A. C. G. **Manual do layout: Arranjo físico**. Rio de Janeiro: CNI, 1976.

YANG, T; S. U. C.; HSU, Y. **Systematic Layout Planning: a study on semiconductor wafer fabrication facilities**. *International Journal of Operations Production Management*, v. 20, p 1359- 1371, 2000.

ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DO CHEFE DO DEPARTAMENTO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA



Autorização

Eu, Professor Marcelo Ferreira de Melo, Chefe do Departamento de Matemática da UFC, venho por meio deste documento autorizar o Servidor e Aluno **Icaro Ronney Cavalcante Alencar**, SIAPE 2406352, matrícula discente 356510, a realizar estudos acadêmicos no Bloco 914, do Departamento de Matemática, para realização de Monografia do Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica.

Fortaleza, 03 de outubro de 2018

Prof. Marcelo Ferreira de Melo
Chefe do Departamento de Matemática / CC / UFC

Marcelo Ferreira de Melo
Chefe do Departamento de
Matemática da UFC