

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Proposta de *Layout* para Departamentos dos Setores de
Correio e Gráfico de uma Universidade**

Nathália Ehlerding Jabir

TCC-EP-XX-2015

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**PROPOSTA DE LAYOUT PARA DEPARTAMENTOS DOS
SETORES DE CORREIO E GRÁFICOS DE UMA
UNIVERSIDADE**

Nathália Ehlerding Jabir

TCC-EP-XX-2015

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientadora: Prof^a M. Daiane Maria de Genaro Chirolí

**Maringá - Paraná
2015**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha irmã que são a minha fonte de inspiração e exemplos a serem seguidos. Obrigada por tudo!

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus por todas as oportunidades concebidas e também pelas dificuldades encontradas no caminho da vida, pois são estas que nos fazem aprender e a progredir na trajetória e também agradecê-lo pela família maravilhosa que tenho.

Agradeço, aos meus pais que são a minha vida. Obrigada por sempre estarem junto comigo, instruindo-me, ficando bravos quando necessário, sendo os meus melhores amigos e confidentes, o exemplo de ética, respeito e moral dentro de casa e fora dela. Muitas outras qualidades que são imensuráveis e devido a tudo isso, tenho orgulho de minhas conquistas e pela pessoa quem sou hoje. Vocês são os meus guerreiros e exemplos.

Sem poder faltar indubitavelmente em meus agradecimentos: minha irmã. Gabi, obrigada por ser essa irmã maravilhosa e melhor amiga. Incrível a nossa conexão, só tenho que te agradecer por tudo, pois já passamos por momentos bons e outros não tanto, mas que fazem parte da história da vida. Nossa amizade e lealdade sempre fortalecem a cada momento e isso mais uma vez comprova que a distância não altera os nossos sentimentos e consideração que temos uma pela outra. Obrigada, minha confidente e irmã por tudo e pelo apoio que sempre meu deu.

Sou grata aos meus tios, primos e avós por terem acompanhado todo o meu trajeto e por sempre estarem ao meu lado, mesmo estando longe fisicamente. Obrigada por sempre dialogarem comigo, por estarem preocupados e acima de tudo, por me amarem. Minha vida não faria sentido sem vocês, pois todos esses momentos batalhados, cada um teve um papel fundamental nas conquistas.

A outra parte da família que mora do outro lado do oceano, que mesmo com essa imensa distância sempre estiveram presentes em minha vida e que me ajudaram muito em minhas conquistas. Tenho muito orgulho em tê-los em minha vida.

Aos meus amigos que são essenciais em minha vida e que sou extremamente grata pelas histórias vividas e pelos conselhos dados. Sem vocês minha vida não faria sentido algum e agradeço muito a Deus por ter a sorte de ter amigos especiais e verdadeiros como vocês.

A minha professora orientadora, Daiane, que me instruiu com muita dedicação e paciência na minha conclusão desta monografia, pois se não fosse o seu jeito habilidoso e eficiente em me guiar, seria bem difícil a conclusão desta em “pouco” tempo.

Ao meu professor James MacGregor, pois esta monografia foi baseada em nosso projeto de pesquisa realizado. Sem a sua presença nada disso teria ocorrido e também sou extremamente grata pelo modo como a pesquisa foi conduzida, sempre com entusiasmo, confiança em nosso grupo e pelo carinho mútuo.

E por fim, àqueles que não estão mais presentes conosco, meus avôs, que tenho certeza que estão muito felizes onde quer que estejam. Obrigada também por fazerem parte da minha vida, amo vocês.

RESUMO

Este trabalho visa melhorar o processo produtivo de três departamentos do ramo de correios e impressão de uma Universidade. Atualmente, estes departamentos estão separados em diferentes locais do campus, porém em um futuro próximo serão realocados para um espaço único. Para isso, um novo *layout* foi criado a fim de consolidar estes serviços e para que o processo produtivo comporte novas demandas. Em vista disso, os métodos utilizados foram: entrevistas, questionários e formulários aos diretores, diagramas de relacionamento e simulação do *layout* final no software ARENA. O resultado deste trabalho foi que o arranjo físico criado é viável e atende as necessidades requeridas.

Palavras-chave: *Layout*; Universidade; Arranjo Físico

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | Justificativa | 2 |
| 1.2 | Definição e delimitação do problema | 3 |
| 1.3 | Objetivos | 3 |
| 1.3.1 | Objetivo geral | 3 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos | 3 |
| 1.4 | Estrutura do trabalho | 4 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 5 |
| 2.1 | Sistemas Produtivos | 5 |
| 2.2 | Classificação dos Sistemas Produtivos | 6 |
| 2.2.1 | Sistemas Contínuos | 6 |
| 2.2.2 | Sistemas Repetitivos em Massa..... | 6 |
| 2.2.3 | Sistemas em Lotes | 7 |
| 2.2.4 | Sistemas sob Encomenda | 7 |
| 2.3 | Definição de Arranjo físico/Layout | 8 |
| 2.4 | Modelos de <i>Layout</i> | 9 |
| 2.4.1 | Layout por Produto ou em Linha..... | 9 |
| 2.4.2 | <i>Layout</i> por Processo ou Funcional..... | 10 |
| 2.4.3 | <i>Layout</i> Celular | 11 |
| 2.4.4 | <i>Layout</i> por Posição Fixa | 12 |
| 2.4.5 | <i>Layout</i> Misto..... | 13 |
| 2.5 | Estudo de Fluxo | 14 |
| 2.5.1 | Carta Multiprocesso..... | 14 |
| 2.5.2 | Fluxograma..... | 15 |
| 2.5.3 | Diagrama de Relacionamento..... | 16 |
| 2.6 | Mapeamento de Processos | 17 |
| 2.7 | Tipos de Fluxo | 18 |
| 2.7.1 | Fluxo em Linha Reta | 19 |
| 2.7.2 | Fluxo em Forma de U | 19 |
| 2.7.3 | Fluxo em Zig-Zag..... | 19 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 2.7.4 | Fluxo em Forma Circular | 20 |
| 2.8 | Cross-Training | 21 |
| 2.9 | Simulação Computacional | 22 |
| 2.10 | Considerações Finais do Capítulo | 23 |
| 3 | METODOLOGIA..... | 24 |
| 4 | DESENVOLVIMENTO..... | 27 |
| 4.1 | Caracterização da instituição | 27 |
| 4.2 | Avaliação Interna dos Setores..... | 28 |
| 4.3 | Funções Gerais..... | 29 |
| 4.3.1 | Serviços de Impressão (SI) | 30 |
| 4.3.2 | Serviços de Correio (SC)..... | 31 |
| 4.3.3 | Serviço de Correio em Massa (SCM)..... | 33 |
| 4.4 | Razões para fusão do SI, SC e SCM..... | 34 |
| 4.5 | Medição de Equipamentos..... | 37 |
| 4.6 | Relações entre as Atividades | 39 |
| 4.6.1 | Serviço de Impressão..... | 40 |
| 4.6.2 | Serviço de Correio..... | 41 |
| 4.6.3 | Serviço de Correio em Massa..... | 43 |
| 4.7 | Relação entre as Áreas | 47 |
| 4.7.1 | Serviços de Correio e Correio em Massa | 47 |
| 4.7.2 | Serviços de Impressão e Correio em Massa | 47 |
| 4.7.3 | Serviços de Impressão, de Correio e de Correio em Massa | 47 |
| 4.8 | Alternativas de <i>Layout</i> | 48 |
| 4.9 | <i>Layout</i> final..... | 51 |
| 5 | RESULTADOS..... | 54 |
| 5.1 | Modelo de Simulação | 56 |
| 5.2 | Resultados do Modelo de Simulação..... | 65 |
| 5.3 | Experimentos Adicionais | 69 |
| 6 | CONCLUSÃO..... | 73 |
| 6.1 | Contribuições | 73 |
| 6.2 | Limitações do Trabalho | 73 |
| 6.3 | Proposta de Trabalhos Futuros | 73 |
| 7 | REFERÊNCIAS | 74 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1- Modelo de Transformação | 6 |
| Figura 2- Linha de Produção em formato de U | 10 |
| Figura 3- <i>Layout</i> por Processo..... | 11 |
| Figura 4- <i>Layout</i> Celular | 12 |
| Figura 5- <i>Layout</i> por Posição Fixa | 13 |
| Figura 6- <i>Layout</i> Misto | 14 |
| Figura 7- Carta Multiprocesso..... | 15 |
| Figura 8- Simbologia de Fluxograma..... | 16 |
| Figura 9- Diagrama de Relacionamento | 17 |
| Figura 10- Fluxo em Linha Reta | 19 |
| Figura 11- Fluxo em Forma de U | 19 |
| Figura 12- Fluxo em Zig-Zag | 20 |
| Figura 13- Fluxo em Forma Circular..... | 20 |
| Figura 14- Etapas da Metodologia..... | 26 |
| Figura 15- <i>Layout</i> do Serviço de Impressão no Edifício <i>Whitmore</i> | 31 |
| Figura 16- <i>Layout</i> do Serviço de Correio no <i>Goodell</i> | 33 |
| Figura 17- Configuração espacial dos três departamentos no campus..... | 35 |
| Figura 18- <i>Layout</i> atual e espaço disponível no <i>Textbook Annex</i> | 37 |
| Figura 19- Relação entre atividades dos Serviços de Impressão..... | 41 |
| Figura 20- Relação entre atividades dos Serviços de Correio | 42 |
| Figura 21- Relação entre atividades dos Serviços de Correio em Massa..... | 44 |
| Figura 22- Fluxo do Processo de Tráfego | 48 |
| Figura 23- <i>Layout</i> Alternativo 1 | 49 |
| Figura 24- <i>Layout</i> Alternativo 2 | 50 |
| Figura 25- <i>Layout</i> Final | 52 |
| Figura 26- <i>Layout</i> Final (Modelo 3D)..... | 53 |
| Figura 27- Diagrama de Fluxo de Processo..... | 55 |
| Figura 28- Exemplo de contêineres | 57 |
| Figura 29- Fluxograma dos Serviços ao Consumidor | 60 |
| Figura 30- Fluxograma dos Serviços de Correio em Massa..... | 61 |
| Figura 31- Fluxograma do OpSCAN | 61 |
| Figura 32- Fluxograma dos Serviços de Impressão | 63 |
| Figura 33- Fluxograma do Serviços de Correio | 63 |
| Figura 34- Fluxograma da Expedição | 65 |
| Figura 35- Animação do Modelo de Simulação..... | 65 |
| Figura 36- Gráfico de Utilização de Recursos..... | 68 |

| | |
|---|----|
| Figura 37- Gráfico dos Tempos de Ciclo | 70 |
| Figura 38- Gráfico de Utilização de Recursos..... | 71 |
| Figura 39- Gráfico de Tempo de Fila | 71 |
| Figura 40- Gráfico de Número em Fila | 72 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1- Lista de Equipamentos dos Serviços de Impressão..... | 38 |
| Tabela 2- Lista de Equipamentos dos Serviços de Correio..... | 38 |
| Tabela 3- Lista de Equipamentos dos Serviços de Correio em Massa..... | 39 |
| Tabela 4- Matriz de Relacionamento dos Serviços de Impressão..... | 40 |
| Tabela 5- Matriz de relacionamento dos Serviços de Correio..... | 42 |
| Tabela 6- Matriz de Relacionamento dos Serviços de Correio em Massa..... | 43 |
| Tabela 7- Áreas para os Departamentos do Serviços de Impressão..... | 45 |
| Tabela 8- Áreas para os Departamentos dos Serviços de Correio..... | 46 |
| Tabela 9- Áreas para os Departamentos dos Serviço de Correio em Massa..... | 46 |
| Tabela 10- Tempo de Processamento (Impressão, Correio e Correio em Massa)..... | 57 |
| Tabela 11- Serviços (Input)..... | 58 |
| Tabela 12- Tempos de fila do Modelo de Simulação..... | 66 |
| Tabela 13- Número de Unidades de Espera na Fila..... | 67 |
| Tabela 14- Utilização de Recursos..... | 68 |
| Tabela 15- Tempos de Ciclo do Modelo de Simulação..... | 69 |
| Tabela 16- Resultados de Experimentos Adicionais..... | 70 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1- Funções dos Sistemas Produtivos | 7 |
| Quadro 2- Início do Projeto | 28 |
| Quadro 3- Meio do Projeto | 29 |
| Quadro 4- Final do Projeto | 29 |
| Quadro 5- Áreas do Serviço de Impressão | 30 |
| Quadro 6- Áreas do Serviço de Correio | 32 |
| Quadro 7- Áreas do Serviço de Correio em Massa | 34 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------------|----------------------------------|
| M ² | Metros Quadrados |
| PR | Paraná |
| SC | Serviço de Correio |
| SCM | Serviço de Correio em Massa |
| SI | Serviço de Impressão |
| TCC | Trabalho de Conclusão de Curso |
| UEM | Universidade Estadual de Maringá |

1 INTRODUÇÃO

Com a competitividade acirrada no âmbito corporativo, as organizações buscam melhorias constantes e melhor aproveitamento de insumos, homens, processos e atividades. Estas questões podem ser tratadas em uma organização em relação à estrutura do *layout*, também denominado como arranjo físico, que se bem elaborado, é base para integração eficiente dos elementos citados. No caso de um novo *layout* ou modificação de um existente, poderá haver barreiras, como restrições de espaço geográfico e qualificação de profissionais para a efetivação da necessidade de mudança (ANTON; EIDELWEIN; DIEDRICH, 2012).

Segundo Silva (1983), *layout* é a organização dos elementos produtivos de uma organização de forma adequada, onde se observa o fluxo racional do trabalho realizado, com a finalidade de obter economia de tempo e movimento e, conseqüentemente, satisfazer pessoas, diminuir custos e maximizar a produtividade dos recursos empregados na produção de bens e serviços.

Diante dessas afirmações, o planejamento de *layout* é recomendado às organizações de todas as áreas e segmentos a fim de se ter qualidade em serviços, reduzir desperdícios e ter influência na competitividade. Em virtude de se melhorar a produtividade dos funcionários, elaboração de novos produtos, aumento da demanda e a aquisição de novos clientes, é necessário a elaboração de um estudo de arranjo físico para que se tenha um *layout* eficaz.

Para Shivanand, Benal e Koti (2006), uma boa estratégia para as organizações é a personalização. As empresas têm de se adaptar ao ambiente em que operam, para serem mais flexíveis em suas operações e para satisfazerem diferentes segmentos de mercado. Assim, a inovação de um sistema de produção flexível tornou-se relacionada com o esforço de ganhar vantagem competitiva. Um fabricante ágil é aquele que é o mais rápido ao mercado, opera com o menor custo total e tem a maior capacidade em “encantar” seus clientes.

Dessa forma, surge a necessidade de se fazer mudanças no arranjo físico de acordo com as necessidades da empresa/organização. Em vista disso, é necessário que sejam realizados estudos prévios antes da alteração de qualquer elemento do *layout*, pois o projeto deve ser conduzido de forma eficaz e cautelosa de maneira que traga bons resultados para a empresa, tanto para a etapa inicial da produção quanto para a entrega do produto final aos clientes.

Portanto, o presente trabalho almeja propor um *layout* único para três departamentos de uma Universidade a fim de atender as necessidades exigidas pelos diretores, tais como: otimização do espaço e do uso de equipamentos, aumento da produtividade, redução de custos da operação e de desperdícios, assim como uma melhoria nas condições de trabalho para os trabalhadores.

1.1 Justificativa

Borba (1998) menciona que o arranjo físico tem como finalidade integrar material, mão de obra e equipamento. A alteração de qualquer um deles pode tornar inadequado o *layout* existente. Desse modo, é de suma importância que o setor responsável por isso tenha um sistema de informação adequado que proporcione com a devida antecedência as mudanças a serem verificadas e alteradas.

Diante do exposto, as atividades dos departamentos da Universidade estão dispersas em três locais do campus que não proporcionam uma forma conveniente para minimizar as operações de transporte e manuseio de materiais dessas atividades. Como estes serviços dependem de muitos veículos e viagens pessoais para realizar os negócios, é imprescindível que sejam realocados a fim de melhorar o custo global de operações e da qualidade de interações entre os serviços.

Pelos motivos explicados anteriormente, é importante que um novo *layout* seja criado, pois além da própria equipe de trabalhadores da Universidade solicitarem este tipo de trabalho, foi visível ao observar que os locais onde são realizados os serviços já não comportam adequadamente a demanda de pedidos. Para Reed (1961), com o design de produto e alterações de demanda, o agrupamento original dos departamentos torna-se ineficientes e exige que a localização relativa de um ou mais departamentos seja alterada. Isso pode ocorrer principalmente em casos onde rápidos avanços foram realizados em métodos de produção ou materiais.

Portanto, o presente trabalho está sendo realizado pela necessidade de criação de um novo *layout* que trará benefícios para os departamentos a fim de que os processos produtivos se tornem ainda mais eficazes.

1.2 Definição e delimitação do problema

Este projeto foi auxiliado por um grupo de cinco estudantes e foi realizado nos meses de maio, junho e julho. O trabalho se delimita a identificar as atividades e as áreas de três serviços- Impressão, Correio e Correio em Massa- que devem ficar próximas, levando em consideração: importância e semelhança entre as atividades, sugestões e opiniões da equipe de trabalhadores e chefes, custo para o rearranjo do *layout* e espaço mínimo necessário. Com isso, será possível desenvolver um novo *layout* que reduzirá desperdícios, tais como: espera, transporte, movimentação nas operações e processamento, e assim sendo, será mais eficiente tanto para os membros da equipe, quanto para os processos produtivos.

1.3 Objetivos

O presente tópico irá explicar o objetivo geral e os específicos.

1.3.1 Objetivo geral

Criar um novo *layout* para três departamentos do ramo de correios e impressão de uma Universidade.

1.3.2 Objetivos específicos

De acordo com o objetivo geral, listam-se os principais objetivos específicos:

- Analisar e estudar a dinâmica dos processos produtivos dos três departamentos;
- Dimensionar área de produção, materiais e equipamentos;
- Investigar os serviços que possam ficar próximos no novo arranjo físico e que compartilham os mesmos materiais e/ou equipamentos;
- Desenvolver um novo *layout*;
- Propor um novo *layout* para os diretores.
- Simular o *layout* final no software Arena.

1.4 Estrutura do trabalho

O primeiro capítulo inicia com a introdução sobre o tema estudado, assim como a justificativa da realização deste trabalho, o problema encontrado e os objetivos geral e específicos a serem executados.

No segundo capítulo são pesquisadas as revisões de literatura sobre o tema estudado para que se tenha um amplo esclarecimento e conhecimento dos sistemas produtivos, *layouts*, fluxos da produção e *cross-training*.

No terceiro capítulo é apresentado os procedimentos necessário para a execução deste trabalho, bem como o tipo de pesquisa e as etapas de desenvolvimento.

No quarto capítulo é apresentada a caracterização da instituição, o desenvolvimento do estudo de caso e a proposta final para o problema dado.

No quinto capítulo é apresentado o modelo de simulação, assim como seus resultados os quais demonstram a viabilidade da proposta final.

Por fim, no sexto capítulo é feita a conclusão deste trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são discutidos os tópicos essenciais que são a base teórica para a compreensão do estudo de caso.

2.1 Sistemas Produtivos

Para Heim e Compton (1992), o estudo de sistemas produtivos é focado separadamente em seus componentes-tais como: manuseamento e transformação de materiais, *layout* de plantas, informações e dados do sistema- que auxiliam várias funções da produção. A combinação dessas aplicações tem sido de grande valor em que têm contribuído para uma melhor compreensão dos processos produtivos e ampliação do entendimento do fenômeno fundamental de controle dos componentes de fabrico.

Segundo Martins e Laugeni (2005), o consumidor é a base de referência e importância nas empresas, pois o objetivo é atendê-lo da melhor maneira. Dessa forma, é necessário que os produtos e serviços estejam próximos a ele e à disposição para serem consumidos, uma vez que as empresas precisam de métodos eficazes e rápidos na distribuição de produtos. Vale ressaltar que o prazo de entrega é essencial e um diferencial na decisão de comprar.

“Sistemas de produção são aqueles que têm por objetivo a fabricação de bens manufaturados, a prestação de serviços ou o fornecimento de informações” (MARTINS; LAUGENI, 2005, P.12). Peinado e Graeml (2007) definem como processo de produção o uso de recursos a serem transformados (entradas), matérias-primas e componentes, informações e consumidores, e recursos transformadores (entradas) -instalações, conhecimento (tecnologia e domínio da técnica) e funcionários- que submetidos ao processo produtivo, originam o produto final (bens e serviços criados pela organização). O modelo apresentado na Figura 1, exemplifica esse processo de transformação.

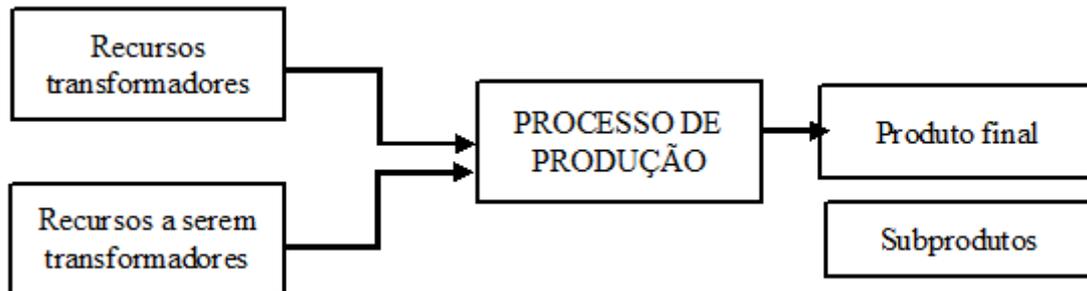


Figura 1- Modelo de Transformação

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

2.2 Classificação dos Sistemas Produtivos

A classificação dos sistemas produtivos favorece a compreensão das características dos sistemas de produção e sua relação com as atividades de planejamento e controle da produção (TUBINO, 2007).

2.2.1 Sistemas Contínuos

Para Tubino (2007, p.6), sistemas contínuos “são empregados quando há alta uniformidade na produção e demanda de bens ou serviços, fazendo com que produtos e os processos produtivos sejam totalmente interdependente, favorecendo a sua automatização.” Ainda para este autor, é preciso que haja grandes investimentos em equipamentos e instalações, e devido à essa automatização, o *lead time* produtivo é baixo e com tempos de espera praticamente nulos, é possível carregar adequadamente os recursos produtivo de forma a atenuar os custos fixos aplicados, diminuindo assim os custos de produção.

2.2.2 Sistemas Repetitivos em Massa

Sistemas repetitivos em massa são aqueles utilizados em grande escala de produtos altamente padronizados. Tubino (1999) afirma que geralmente, emprega-se mão-de-obra pouca qualificada e pouco polivalente, mas isso vem se modificando, pois com a implantação e seguimento da filosofia JIT/TQC, o empregado acaba recebendo funções de gerenciamento do

processo, como por exemplo programação da produção e garantia de qualidade, as quais foram retiradas dos trabalhadores com a especialização ocorrida na revolução industrial.

2.2.3 Sistemas em Lotes

De acordo com Evangelista *et. al* (2011), sistemas em lotes são empregados na produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados; e cada um segue várias operações que precisam serem programadas assim que as operações anteriores forem executadas.

Tubino (2007) enfatiza que este tipo de sistema produtivo deve ser relativamente flexível com a finalidade de atender diferentes pedidos dos clientes e flutuações da demanda, utilizando equipamentos pouco especializados, normalmente agrupados em centros de trabalho, e mão-de-obra mais polivalente.

2.2.4 Sistemas sob Encomenda

Sistemas sob encomenda têm como finalidade o atendimento de um pedido específico do cliente. Para Evangelista *et al.* (2011, p. 52) “o produto tem uma data especificamente negociada com o cliente referente à sua fabricação e quando a produção estiver executada, o sistema se volta para um novo projeto.”

No Quadro 1 estão resumidas as principais funções dos sistemas produtivos.

| | Contínuo | Rep. em Massa | Rep. em Lotes | Projeto |
|------------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------|
| Volume de produção | Alto | Alto | Médio | Baixo |
| Variedade de produtos | Pequena | Média | Grande | Pequena |
| Flexibilidade | Baixa | Média | Alta | Alta |
| Qualificação da MOD | Baixa | Média | Alta | Alta |
| Layout | Por produto | Por produto | Por processo | Por processo |
| Capacidade ociosa | Baixa | Baixa | Média | Alta |
| Leadtimes | Baixo | Baixo | Médio | Alto |
| Fluxo de informações | Baixo | Médio | Alto | Alto |
| Produtos | Contínuos | Em lotes | Em lotes | Unitário |

Quadro 1- Funções dos Sistemas Produtivos

Fonte: Tubino (1999)

2.3 Definição de Arranjo físico/Layout

Mallick e Gaudreau (1951) definem que arranjo físico é o arranjo funcional de maquinarias e equipamentos existentes. Este conceito geral é similar com a descrição de uma folha de balanço, como um balanço contábilístico das finanças da empresa. Sem um claro entendimento dos conteúdos e da relação de várias contas listadas na folha de balanço, a declaração em si tem pouco significado. Da mesma forma, o desenho da planta do *layout* é praticamente insignificativo sem um conhecimento fundamento dos fatores que determinam o arranjo mostrado no desenho. Para Slack *et al.* (2006), arranjo físico é a decisão onde colocar todas as máquinas, instalações, equipamentos e trabalhadores da produção. Além disso, determina o fluxo dos recursos transformados-materiais, clientes e informação através de operações.

Para Reed (1961), o *layout* pode resolver problemas envolvendo qualquer ou todos os itens abaixo:

- Localização da máquina;
- Estação de trabalho;
- Grupo de operações;
- Departamento;
- Construções;
- Áreas externas da instalação.

Ainda segundo Reed (1961), um dos melhores métodos para reduzir custo de produção é eliminar ou reduzir todas atividades improdutivas do *layout* para o mínimo possível. *Layout* é uma ferramenta efetiva para a redução de custos. As três mais comuns áreas de redução de custo fornecidas por um *layout* eficientes são redução do manuseio de materiais, da equipe e de equipamentos necessários e de estoque. Uma boa planta deve sempre apresentar um pouco de economia considerável em cada uma destas áreas. Em contrapartida, para verificar se há necessidade de um novo *layout* ou de apenas algumas alterações para uma organização, Borba (1998) afirma que devem ser indagados e analisados os seguintes itens:

- Obsolescência das instalações:

- Novos produtos/serviços estão sendo projetados?
 - Estes produtos requerem alterações no método de trabalho, fluxo de materiais ou equipamentos utilizados?
- Redução dos custos de produção:
- Haverá corte de trabalhadores/equipamentos e redução de movimentação de materiais?
- Variação na demanda:
- A produção atual satisfaz as estimativas de vendas?
 - Os equipamentos de manuseio e de transporte serão suficientes?
- Condições inseguras:
- A área é adequada para o posto de trabalho?
 - Existe espaço para tráfego e operação de máquinas?
 - Há excesso de material ao lado da máquina?
- Manuseio excessivo:
- Os materiais percorrem grandes distâncias?

Após respondidas e analisadas essas questões, o departamento responsável pela alteração ou implementação de um novo *layout* saberá se é cabível essa mudança.

2.4 Modelos de *Layout*

Há cinco formas de se organizar um arranjo físico produtivo: *layout* por produto ou em linha, *layout* por processo ou funcional, *layout* celular, *layout* por posição fixa e *layout* misto.

2.4.1 Layout por Produto ou em Linha

De acordo com Peinado e Graeml (2007), o *layout* por produto ou em linha é muito utilizado por indústrias, como por exemplo: indústrias montadoras, alimentícias e frigoríficos, e por algumas organizações prestadoras de serviço. É comum que este tipo de arranjo tenha forma de

U ou S ou outra forma de circuito diferente, que possa ser viável em função das instalações prediais que a empresa pode dispor.

Segundo Camarotto (1998, p. 69),

A disposição dos postos de trabalho obedece a sequência do processamento do produto, formando agrupamentos de equipamentos e atividades distintas entre si, mantendo em comum o processamento sequencial de partes de um produto. De maneira semelhante ao *layout* funcional, os materiais se movem e os equipamentos permanecem fixos.

Para Martins e Laugeni (2005, p.139),

É indicado para produção com pouca ou nenhuma diversificação, em quantidade constante ao longo do tempo e em grande quantidade. Requer um alto investimento em máquinas e pode apresentar problemas com relação à qualidade dos produtos fabricados. Para os operadores costuma gerar monotonia e estresse.

A Figura 2 esquematiza o processo de *layout* por produto ou em linha.

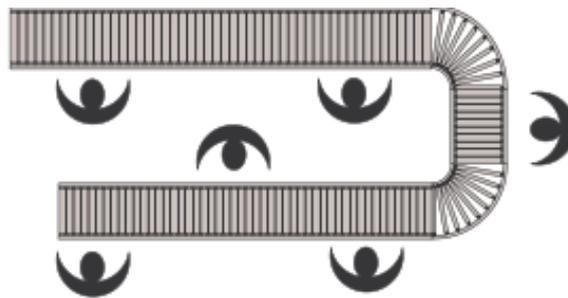


Figura 2- Linha de Produção em formato de U

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

2.4.2 *Layout* por Processo ou Funcional

Tubino (1999) afirma que com o crescimento desorganizado (desfocado) das empresas que trabalham com produção repetitiva em lotes, fabricando peças para as linhas de montagem ou vendendo-as como produtos acabados, estas companhias acabam desenvolvendo os próprios *layouts* de forma funcional ou por processo.

Camarotto (1998, p. 68) menciona que, “neste tipo clássico, os equipamentos são agrupados em função da similaridade de suas operações no processo de produção, independente do produto processado. Os equipamentos permanecem fixos e os materiais são movimentados entre os postos de trabalho.”

Martins e Laugeni (2005) enfatiza que este arranjo é flexível para atender as mudanças de mercado, uma vez que atende produtos variados em quantidades diversificadas ao longo do tempo. Também, apresenta um fluxo longo dentro da fábrica, que é apropriado para produções diversificadas em pequenas e médias quantidade e sobretudo, permite uma relativa satisfação no trabalho.

A Figura 3 exemplifica este tipo de arranjo.

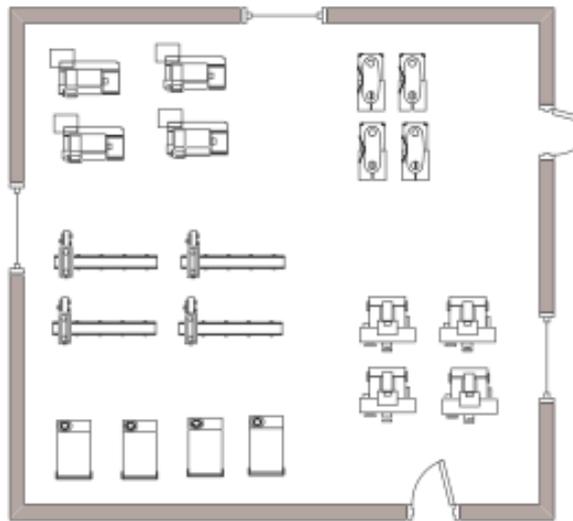


Figura 3- Layout por Processo

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

2.4.3 Layout Celular

No *layout* celular, as máquinas devem ser agrupadas por produto, dando atenção a um produto ou família de produtos. A importância é de acelerar o fluxo de conversão das matérias-primas em produtos acabados, obtendo-se a formação de células que disponham as máquinas na sequência necessária a produção desses itens (TUBINO, 1999). A Figura 4 esquematiza este tipo de *layout*.

Segundo Martins e Laugeni (2005, p.139),

O material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários. Sua principal característica é a relativa flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto. Isso permite elevado nível de qualidade e de produtividade, apesar de sua especificidade para uma família de produtos. Diminui também o transporte do material e os estoques. A responsabilidade sobre o produto fabricado é centralizada e enseja satisfação no trabalho.

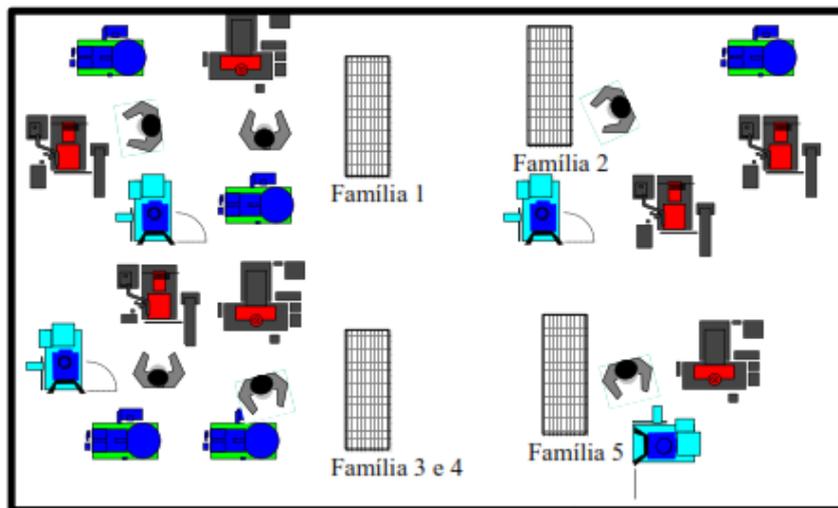


Figura 4- Layout Celular

Fonte: Tubino (1999)

2.4.4 Layout por Posição Fixa

“No *layout* por posição fixa, o material permanece fixo em uma determinada posição e as máquinas se deslocam até o local executando as operações necessárias.” (MARTINS; LAUGENI, 2005, P.140). A Figura 5 exemplifica este tipo de *layout*.

Para Roy (2005), pesadas montagens, tais como: navio, avião, guindastes, pontes, poços de petróleo, entre outros, que requerem ferramentas pequenas e portáteis são feitas por este método. As técnicas para lidar com este tipo de *layout* não são bem desenvolvidas e são complicadas pelos seguintes fatores:

- Há espaço limitado em praticamente todos os locais.
- Em diferentes estágios do processo de construção, diferentes materiais são necessários; assim, diferentes itens se tornam críticos conforme o projeto se desenvolve.

- O volume de materiais necessários é dinâmico. Por exemplo: a taxa de painéis de aço para um casco de navio altera conforme o projeto progride.

Já que estes problemas são difíceis de serem resolvidos no local, uma estratégia alternativa é completar o tanto de projeto possível fora do local. Esta abordagem é utilizada na construção de navios quando as unidades são padronizadas (instalação orientada para o produto).

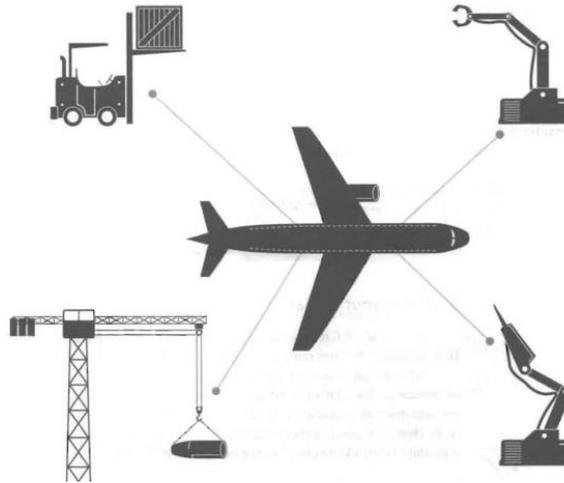


Figura 5- Layout por Posição Fixa

Fonte: Martins e Laugeni (2005)

2.4.5 Layout Misto

O *layout* misto é utilizado para aproveitar as vantagens de vários modelos de arranjo físico de forma conjunta. Geralmente é uma combinação dos arranjos por produto, por processo e celular. Exemplo disso é mostrado na Figura 6:

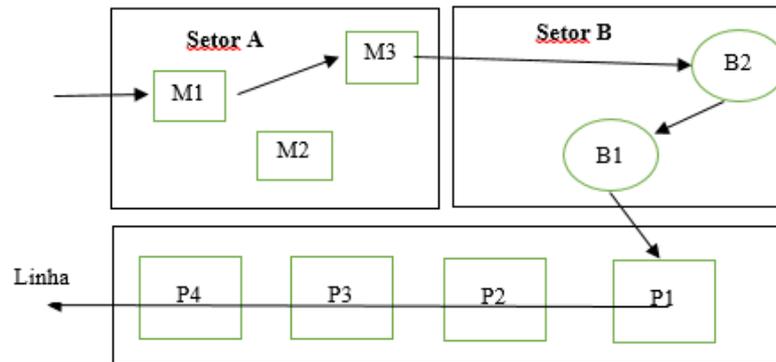


Figura 6- Layout Misto

Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2005)

2.5 Estudo de Fluxo

O estudo de fluxo de materiais e de operações para Peinado e Graeml (2007), baseia-se em saber o quanto de material será movimentado em cada fluxo, da quantidade, direção e sentidos destes fluxos levando em conta seu custo.

Francischini e Gurgel (2002 *apud* DUTRA, 2008, p. 26) afirmam que, quando os materiais são processados, proporcionando um total aproveitamento do seu potencial, há a necessidade em conservar em movimento um dos três elementos básico de produção- homem, máquina e material- a fim de atingir um resultado adequado na finalização de um produto.

Dessa forma, Martins e Laugeni (2005) enfatizam que, para identificar o fluxo dos materiais, pode-se utilizar a carta multiprocesso e o fluxograma. Para análise de proximidade, utiliza-se o diagrama de relacionamentos. Além disso, é importante determinar identificar a quantidade deslocada entre origens e destinos e o meio de transporte usado com o objetivo de se ter o custo unitário do deslocamento.

2.5.1 Carta Multiprocesso

Segundo Peinado e Graeml (2007), a carta multiprocesso tem o objetivo de apontar a série de operações em que certos produtos devem passar. Usualmente é uma tabela em que se correlaciona o processo com os produtos a serem fabricados. A Figura 7 mostra o exemplo da carta multiprocesso.

| Processo | Peça a ser produzida- Sequência de operações | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 1- Soldar | | 1 | | | 2 | 2 | 1 | | |
| 2- Cortar | 1 | | | 1 | | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 3- Prensar | 2 | | | 2 | | | | 2 | |
| 4- Furar | | 2 | 1 | | 1 | 1 | | | |
| 5- Rebarbar | | | | | | | | | 2 |
| 6- Pintar | | | | | | | | 3 | 3 |
| 7- Embrulhar | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 8- Colocar na caixa | 4 | 4 | | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 9- Expedir | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 |

Figura 7- Carta Multiprocesso.

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

A carta multiprocesso representa a sequência de operações pelas quais determinados produtos devem passar. A Figura 7 é um exemplo disso, por exemplo: o produto A passa por quatro processos/operações, sendo o primeiro de cortar, o segundo de prensar, o terceiro de embrulhar e o quarto de colocar na caixa. O primeiro processo para o produto D é o de cortar, o segundo de prensar, o terceiro de embrulhar e o quarto de colocar na caixa.

2.5.2 Fluxograma

Os fluxos de processo geralmente são traçados em forma gráfica no diagrama de processo por meio de símbolos padrões mostrados na Figura 8. Eles são intercalados como marcos ao longo de todo o trajeto do processo, desde a matéria prima até o produto acabado (MALLICK; GAUDREAU, 1951).

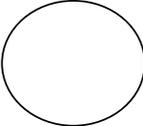
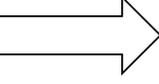
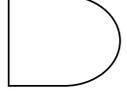
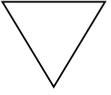
| Símbolo | Descrição | Exemplo |
|---|--|---|
|  | Operação: Ocorre quando se modifica intencionalmente um objeto em qualquer de suas características físicas ou químicas, ou também quando se monta ou desmonta componentes e partes. | Martelar um prego, colocar um parafuso, rebitar, dobrar, digitar, preencher um formulário, escrever, misturar, ligar e operar máquina, etc. |
|  | Transporte: Ocorre quando um objeto ou matéria prima é transferido de um lugar para o outro, de uma seção para outra, de um prédio para outro. Obs: apenas o manuseio não representa atividade de transporte. | Transportar manualmente ou com um carrinho, por meio de uma esteira, levar a carga de caminhão, levar documento de um setor a outro, etc. |
|  | Espera ou demora: Ocorre quando um objeto ou matéria prima é colocado intencionalmente numa posição estática. O material permanece aguardando processamento ou encaminhamento. | Esperar pelo transporte, estoques em processo aguardando material ou processamento, papéis aguardando assinatura , etc. |
|  | Inspeção: Ocorre quando um objeto ou matéria-prima é examinado para sua identificação, quantidade ou condição de qualidade. | Medir dimensões do produto, verificar pressão ou torque de parafusadeira, conferir quantidade de material , conferir carga, etc. |
|  | Armazenagem: Ocorre quando um objeto ou matéria-prima é mantido em área protegida específica na forma de estoque. | Manter matéria-prima no almoxarifado , produto acabado no estoque, documentos arquivados, arquivos em computador, etc. |

Figura 8- Simbologia de Fluxograma

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

Para Dutra (2008, p. 29), “o fluxograma do processo tem o objetivo de representar esquematicamente o processo de produção através das sequências de atividades de transformação, exame, manipulação, movimentação e estocagem por que passam os fluxos de itens de produção. “

2.5.3 Diagrama de Relacionamento

O diagrama de relacionamento revela um grau de importância no posicionamento e proximidade entre as áreas funcionais. Fornece uma visão geral das taxas de relacionamento entre os setores, definindo quais devem estar próximos relacionamento potencial proximidade. Além disso, é alcançada por meio de mapeamento do fluxo de informação entre as áreas

funcionais e assim, é criado o diagrama de relacionamento (YANG; SU; HSU, 2000). A Figura 9 apresenta o diagrama de relacionamento.



Figura 9- Diagrama de Relacionamento

Fonte: Martins e Laugeni (2005)

A Figura 9 pode ser explicada como: o setor A é importante que fique próximo ao setor B, não precisando ficar próximo dos setores C e D, desejável que esteja próximo ao setor E, fundamental estar próximo ao setor F e importante estar próximo ao setor G.

Diante do exposto, Calais (2012) alega que, a finalidade deste tipo de arranjo é encontrar uma disposição de *layout*, em que as distâncias entre as atividades e/ou departamentos com maior interação estejam o mais adjacente possível. É necessário que seja considerado o desenvolvimento de novos diagramas de relacionamento para encontrar a melhor opção para a empresa.

2.6 Mapeamento de Processos

O acúmulo de atividades que ocorre em cada processo de negócios é o que determina o sucesso de uma organização. Logo, estes processos devem ser analisados para garantir que assegurem

os principais objetivos dos negócios. Assim, a análise do processo é particularmente útil para garantir a realização de objetivos relativos ao serviço ao cliente, eficiência, eficácia e rentabilidade (JACKA; KELLER, 2009).

O mapeamento de processos é o mecanismo essencial que permite identificar as sequências de processos, atividades e operações na situação atual. Tem como finalidade a compreensão dos processos principais da empresa através da identificação dos processos de negócios os quais são utilizados para representar, projetar e modelar a visão futuro dos processos de negócios (ASHKENAS, 2011).

Segundo Guelbert (2012, p.101), o mapeamento de processos “é utilizado para definir e mostrar visualmente o processo global. A criação de um mapa do atual processo geralmente descobre oportunidades não identificadas previamente ou trabalhos redundantes”.

Slack *et al.* (2013) afirma que, diferentes símbolos de mapeamento de processos, geralmente, são utilizados para representar tipos distintos de atividades. Podem ser arranjados em ordem e em série ou em paralelo para relatar qualquer processo e a maioria desses símbolos são derivados do fluxograma do sistema de informação.

Dessa forma, o fluxograma é uma das técnicas utilizadas na modelagem de processos o qual já foi previamente explicado no tópico 2.5.2.

2.7 Tipos de Fluxo

De acordo com (Sharma, 1982), fluxo significa o caminho seguido pelo trabalho através da planta, começando pela matéria-prima até o produto final. Como cada *layout* é único, não há um melhor fluxo. No entanto, cada fluxo deve ser tal que:

- Minimize o manuseio de materiais.
- Reduza movimentos desnecessários do trabalho.
- Maximize a utilização do espaço.
- Resulte em *layout* mais flexível.

Nos tópicos seguintes serão explicados os tipos de fluxo, segundo os conceitos do mesmo autor, os quais são: linha reta, forma de U, zig-zag e circular.

2.7.1 Fluxo em Linha Reta

Fluxo em linha reta é o mais simples a ser utilizado e é indicado para o *layout* por produto. A Figura 10 representa este fluxo.



Figura 10- Fluxo em Linha Reta

Fonte: Borba (1998)

2.7.2 Fluxo em Forma de U

Fluxo em forma de U ocorre quando a matéria-prima entra e o produto final termina no mesmo lugar, conforme é mostrado na Figura 11. Isto resulta em uma melhor utilização do espaço e a inspeção se torna mais fácil.

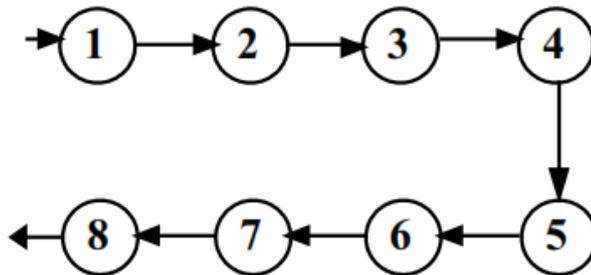


Figura 11- Fluxo em Forma de U

Fonte: Borba (1998)

2.7.3 Fluxo em Zig-Zag

Com o fluxo em zig-zag, há melhor utilização do espaço e inspeção é mais simples. No entanto, a matéria-prima entra no arranjo em uma extremidade e os produtos acabados saem da instalação em outra extremidade, conforme a Figura 12 apresenta. É utilizada quando a linha de produção é muito longa.

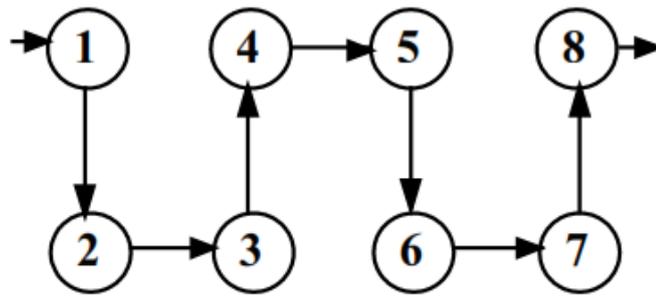


Figura 12- Fluxo em Zig-Zag

Fonte: Borba (1998)

2.7.4 Fluxo em Forma Circular

O fluxo em forma circular, implica em uma fácil supervisão e minimiza o vai-e-vem de atividades. Este fluxo é adequado onde as operações são realizadas em mesa giratória ou onde o ponto inicial e o ponto final são os mesmos, como por exemplo: fundição mecanizada. A Figura 13 representa este esquema:

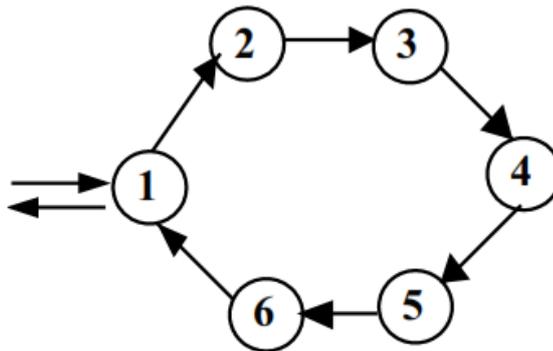


Figura 13- Fluxo em Forma Circular

Fonte: Borba (1998)

Após classificado o sistema produtivo, definido o arranjo físico e os fluxos de processos, se faz necessário preparar a força de trabalho para o novo ambiente de trabalho. Uma das formas de conduzir esta ação é por meio do *cross-training*, que será abordado no tópico posterior.

2.8 Cross-Training

Segundo Jiang (2014), *cross-training* é um treino em que um trabalhador faz uma parte diferente do trabalho na organização. Um exemplo disso é quando, um trabalhador A faz a tarefa que o trabalhador B realiza e este faz a tarefa do trabalhador A. *Cross-training* é uma importante ferramenta, pois os trabalhadores executam múltiplas tarefas e adquirem flexibilidade necessária para ser atribuída a várias fases do processo de produção. Assim, estes trabalhadores treinados são capazes de alcançar um maior desempenho (ou o mesmo desempenho com uma força de trabalho menor) do que os trabalhadores especializados.

Uma célula de produção requer uma força de trabalho com trabalhadores que recebem o treinamento de *cross-training* a fim de lidar com variações de demanda e / ou flutuações da oferta de trabalho. Além disso, implica em uma flexibilidade laboral que, na condição de existência de regras de funcionamento adequadas, tem um efeito positivo sobre indicadores de desempenho operacionais, tais como o tempo de processamento e o desempenho de entrega de serviços (BOKHORST, 2005).

Para Blickensderfer *et al.* (1998 *apud* RASKER, 2002, p. 113), há três métodos de *cross-training* os quais são:

1. Esclarecimento Posicional: O objetivo é fornecer aos trabalhadores o conhecimento geral da estrutura da equipe e da posição geral de cada membro e responsabilidades associadas. É adequado para times de baixa interdependência em que é necessário a troca de informações e interações coordenadas ocasionalmente. Este método é aplicado por meio de: discussão, instrução e demonstração.

2. Modelagem Posicional: Tem como finalidade proporcionar aos membros da equipe conhecimentos sobre os deveres de todos e um entendimento de como essas funções estão relacionadas. O conhecimento sobre as funções e responsabilidades do membro da equipe é mais detalhado. É adequado para médias equipes interdependentes no qual os membros têm moderadamente funções distintas e onde regularmente são necessárias a troca e a coordenação de informações. Envolve um treinamento em que os deveres dos membros da equipe são discutidos, formulados e observados.

3. Rotação Posicional: Fornece aos membros da equipe o conhecimento relativo às tarefas dos companheiros de trabalho. Os membros também devem ter uma compreensão de suas interações com os outros e desenvolver diferentes perspectivas de tarefa. Este tipo de método é especialmente adequado para equipes altamente interdependentes que tenham funções únicas em que há uma necessidade crítica de troca e coordenação de informações. É preciso amplo conhecimento dos papéis e tarefas de todos os trabalhadores para que se possa antecipar as necessidades informativas de cada um e fornecer informações antecipadas.

2.9 Simulação Computacional

Para Jacobs e Chase (2012, p.609),

O termo simulação geralmente se refere à utilização de um computador para realizar experimentos em um modelo de um sistema real. A simulação é particularmente apropriada em situações nas quais o tamanho ou a complexidade do problema torna difícil ou impossível a utilização de técnicas de otimização.

Segundo Elam *et al.* (2011), simulação envolve a modelagem de processos usando um software de computador a fim de avaliar estratégias de melhoria de processos. Um processo é uma sequência de passos que, quando executado, ocasiona em algum resultado. A modelagem estatística de processos é de interesse nesse trabalho, pois o software de simulação utilizado, o Arena, utiliza distribuições de probabilidade para modelar a variabilidade do processo. A simulação é capaz de realisticamente representar processos altamente complexo com inúmeras variáveis. Sendo assim, tem aplicações em negócios, engenharia, educação e pesquisa.

Banks (1998) afirma que os benefícios da utilização da simulação estão além de proporcionar um cenário do futuro do modelo. Exemplos disso incluem a possibilidade em diminuir ou aumentar o tempo de simulação, pois com isso pode-se examinar qualquer mudança em questões de minutos. Outra vantagem é a possibilidade em encontrar gargalos no sistema, já que a simulação permite um melhor entendimento das interações entre as variáveis que compõem o sistema.

2.10 Considerações Finais do Capítulo

Os estudos preliminares investigados anteriormente foram necessários para uma maior compreensão do estudo de caso a ser realizado a fim de que se tenha um eficiente embasamento para a organização analisada neste estudo.

3 METODOLOGIA

O presente estudo é classificado- quanto à abordagem- como pesquisa qualitativa, pois com a realização de entrevistas, opiniões, informações e questionários, estes serão transformados em números que serão usados em técnicas no processo de desenvolvimento do *layout*. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), este tipo de pesquisa preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se no entendimento e explicação da dinâmica das relações sociais.

O seu objetivo é classificado como exploratório, pois além de realizar uma pesquisa bibliográfica e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado, há aplicação como um estudo de caso. Segundo Coelho e Silva (2007), a pesquisa exploratória é feita sobre um problema ou em relação à questão de pesquisa quando há pouco ou nenhum estudo anterior. Este tipo de pesquisa tem como finalidade buscar padrões, ideias ou hipóteses, em vez de testar hipóteses ou confirmar uma delas.

Quanto ao procedimento teórico da pesquisa, é classificado como estudo de caso, pois consiste de um estudo detalhado de três serviços ao passo que possibilita amplo conhecimento sobre processos produtivos, tipos de fluxos e arranjos físicos. De acordo com Yin (2004), o estudo de caso possibilita uma investigação para se manter as características holísticas e importantes dos eventos da vida reais, assim como: processos organizacionais e administrativos, maturação de alguns setores e relações internacionais.

Nas etapas de desenvolvimento deste trabalho, definiram-se as seguintes etapas:

- Detalhamento do processo produtivo: Será estudado e analisado os processos de produção dos três departamentos por meio de visitas semanais aos locais e também por meio de explicações dos diretores de cada departamento. Após isso, as descrições das atividades serão documentadas em forma de tabela e em diretriz.
- Entrevistas com os diretores de cada departamento: Entrevistas diretas (questionários encontram-se no tópico 4.2) serão realizadas semanalmente durante o período do projeto.

- Dimensionamento de equipamentos: Serão medidos para que posteriormente sejam colocados na planta do *layout* futuro.
- Estudo do fluxo de materiais e pessoas: Serão estudados estes fluxos para que no *layout* futuro, materiais e pessoas sejam dispostos de forma adequada a fim de reduzir desperdícios e também, para que a equipe trabalhe de forma organizada e evite movimentos desnecessários.
- Elaboração de *layouts* alternativos: Serão criados dois *layouts* alternativos no autoCAD os quais serão previamente, analisados pelo professor coordenador, e assim, serão mostrados aos diretores para que opinem e sugiram alterações com a finalidade de que essas mudanças sejam levadas em consideração na criação do *layout* final.
- Elaboração do *layout* final: Após a decisão de qual *layout* escolhido, acrescentadas das alterações necessárias, um *layout* final será elaborado.
- Simulação do modelo do *layout* final no software Arena: O *layout* final será simulado neste software com o auxílio do professor coordenador a fim de saber se será viável e se comportará a demanda da produção.
- Apresentação final: Após finalizado a simulação do modelo de *layout*, será apresentado aos diretores o *layout* final com as devidas informações sobre o funcionamento dele e detalhes do modelo de simulação.

A Figura 14 sintetiza as etapas da metodologia.

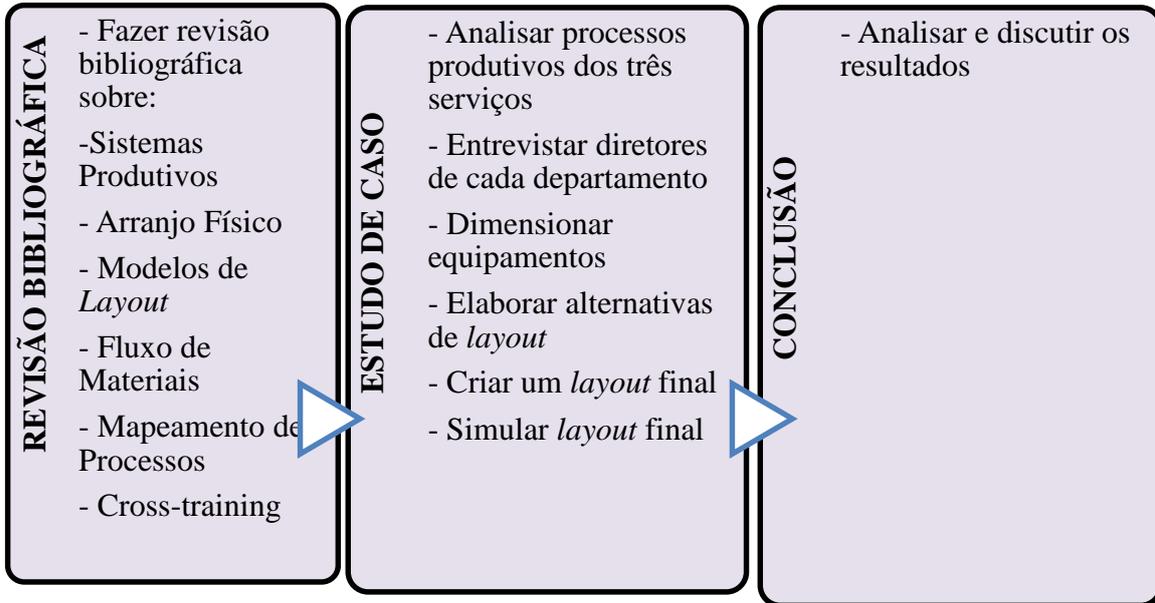


Figura 14- Etapas da Metodologia

Fonte: A Autora

4 DESENVOLVIMENTO

Serão discutidas as funções gerais dos três serviços, a primeira dos serviços de impressão (SI), em seguida a dos serviços de correio (SC) e, por último, a dos serviços de correio em massa (SCM). Neste projeto, serão explicadas as funções gerais e operações dos departamentos, assim como, o espaço requerido, interações espaciais, relações e diretrizes para o planejamento do espaço em desenvolvimento da área de equipamentos e os *layouts* dos três serviços. Além disso, um modelo de simulação digital de eventos discretos do novo *layout* foi desenvolvido para avaliar o congestionamento e possíveis gargalos que seriam criados como resultado da consolidação dos três serviços. Este modelo de simulação proporciona um nível de confiança no novo *layout* antes de sua conclusão final e implementação física.

4.1 Caracterização da instituição

Este trabalho foi realizado em uma Universidade no estado de Massachusetts nos Estados Unidos onde há 28.635 estudantes de graduação e pós-graduação. Este projeto considerou a realocação de três departamentos do campus para um local mais conveniente e acessível para os Serviços de Impressão (SI), Serviços de Correio (SC) e Serviços de Correio em Massa (SCM). As relações entre estes serviços e as interações são explicadas nos tópicos 4.3 e 4.7. Atualmente, essas atividades estão dispersas em três locais do campus que não proporcionam uma forma conveniente para minimizar as operações de transporte e manuseio de materiais dessas atividades. Como estes serviços dependem de muitos veículos e viagens pessoais para realizar os negócios, é de suma importância realocá-los a fim de melhorar o custo global de operações e de qualidade das interações de serviço. A Figura 17 (página 35) ilustra a configuração existente destes três serviços de campus.

O local adequado para os três serviços é a antiga instalação *Textbook Annex* que atualmente abriga o SCM, conforme Figura 18 (página 37). O SI e SC já estão em locais muito restritos e imprópriamente adequados para a realização de suas operações de maneira eficiente e eficaz. O foco deste estudo é analisar como os três serviços podem ser acomodados no *Textbook Annex* de forma a realizar uma boa operação.

4.2 Avaliação Interna dos Setores

A abordagem dessa pesquisa é de origem qualitativa, pois há a compreensão de toda a estrutura dos serviços, levando em consideração todas as peculiaridades das situações dadas. Dessa forma, foram realizados questionários e entrevistas que envolveram perguntas aos diretores de cada serviço durante todo o período do projeto.

As questões foram divididas em três etapas, a de início de projeto para analisar as demandas de cada setor, a de meio de projeto, em que algumas ações já haviam sido realizadas, tais como: matriz de relacionamento e as alternativas de *layout*, e o final de projeto para avaliar o *layout* final e buscar informações sobre os processos para simulá-los no Arena.

O Quadro 2 representa exemplos de questões que foram feitas durante o começo do projeto com a finalidade de se familiarizar com os processos envolvidos.

| Início do Projeto |
|---|
| 1) Qual o problema a ser resolvido? |
| 2) O que precisa ser melhorado no layout atual? |
| 3) Existem áreas que podem compartilhar os mesmos equipamentos e/ou trabalhadores? |
| 4) Quais áreas que devem ficar próximas às outras? |
| 5) Quais áreas que no futuro layout devem ter uma área maior do que na antiga planta? |
| 6) Há novas áreas a serem acrescentadas? |

Quadro 2- Início do Projeto

Fonte: A Autora

Em relação à pergunta 1, foram relatados vários problemas, tais como: espera de equipamentos compartilhados que são utilizados por setores diferentes, novos pedidos não estavam comportando a demanda, algumas áreas dos departamentos estavam pequenas, fluxo de materiais e/ou pessoas estavam atrapalhando outros fluxos em alguns espaços, entre outras dificuldades. As perguntas 2 e 3 serão respondidas no tópico 4.4, pergunta 4 será respondida no tópico 4.6. Quanto às questões 5 e 6, aumentaram as áreas das salas dos diretores, cozinha,

expedição/recebimento e armazenamento de materiais, e a área acrescentada foi o espaço reservado para um escritório futuro que é representado no tópico 4.9.

O Quadro 3 mostra exemplos de perguntas realizadas durante a metade do projeto quando foram feitos os diagramas de relacionamento e as duas alternativas de *layout* os quais serão explicados nos tópicos 4.6 e 4.8, respectivamente.

| Meio do Projeto |
|--|
| 7) O que acharam dos diagramas de relacionamento? |
| 8) Há necessidade de alterar a proximidade de alguma área ou não? |
| 9) Quais das duas alternativas de <i>layout</i> ficou melhor? Por quê? |

Quadro 3- Meio do Projeto

Fonte: A Autora

Em relação às questões 7 e 8, os diretores gostaram dos diagramas de relacionamento e então, não houve necessidade de alterar a proximidade das áreas. Já a pergunta 9 será respondida no tópico 4.8.

O Quadro 4 representa exemplos de perguntas feitas durante o período final da realização do projeto quando foi finalizado o *layout* final e concluída a simulação dele no software Arena.

| Final do Projeto |
|--|
| 10) O que acharam do <i>layout</i> final? Precisa fazer alguma alteração? |
| 11) Quais são os fluxos de materiais e informações de cada um dos seus sistemas? |
| 12) Quais são os números dos postos de trabalho ou materiais que entram no sistema a cada dia? |

Quadro 4- Final do Projeto

Fonte: A Autora

Em relação a questão 10, os diretores gostaram do *layout* final e assim, não foram necessárias alterações. Quanto às questões 11 e 12 serão respondidas no tópico 5.1.

4.3 Funções Gerais

Nos tópicos seguintes serão apresentadas as funções dos Serviços de Impressão, Correio e Correio em Massa.

4.3.1 Serviços de Impressão (SI)

Serviços de impressão fornecem para todos os departamentos da Universidade bens impressos, que podem incluir:

- Cópias em preto e branco / coloridas;
- Digital e Impressão em Offset;
- Encadernação;
- Serviços de fax;
- Produtos de Papel: cartão de visita, folhetos, cartões postais ou folhetos;
- Digitalização óptica de folhas de exame de múltipla escolha.

Portanto, para suprir todas as demandas, a área é dividida em departamentos. O Quadro 5 mostra as treze áreas do serviço de impressão e suas funções.

| Áreas | Função |
|--------------------------------|--|
| 1. Serviço ao Cliente | Clientes vêm com os pedidos e os trabalhadores configuram-nos para iniciar o processo. |
| 2. Secretaria | Negócios gerais de serviços de impressão e supervisão de Serviços ao Cliente. |
| 3. Escritório do Diretor | Chefe de serviços de impressão que supervisiona todas as funções. |
| 4. OpSCAN | Exame de leitura de texto ou ilustrações impressas em papel. |
| 5. Escritório de Pré-impressão | Responsável por todo o design gráfico, estabelecimento e preparação de arquivo. |
| 6. Offset | Imagem coberta de tinta é transferida (ou "offset") de uma placa para uma manta de borracha, e depois à superfície de impressão. |
| 7. Área de Impressão | Responsável por toda cópia digital e impressão. |
| 8. Armazenamento de Papel | Armazenamento de suprimentos para todas as áreas. |
| 9. Área de Aderência | Documentos impressos são colados e usados para caderno de prova. |
| 10. Área de Encadernação | Responsável pela corte, vinco, dobra e numeração. |
| 11. Área de Montagem | Montagem dos pacotes antes da entrega |
| 12. Expedição e recebimento | Envio e recebimento de produtos e matérias-primas. |
| 13. Cozinha | Armazenamento de objetos pessoais e alimentos. |

Quadro 5- Áreas do Serviço de Impressão

Fonte: A Autora

Atualmente, o SI está localizado no Edifício *Whitmore* e é separado em dois espaços. A primeira área é utilizada para serviços ao cliente, serviços *opscan*, escritório do diretor e uma parte da área de impressão, que é responsável pela impressão imediata. O segundo espaço é usado para secretaria, escritório de pré-impressão, armazenamento de papel, impressão em offset, a área de aderência, de encadernação, de montagem, de impressão (para grandes volumes de produção), envio e recebimento, e a cozinha. A Figura 15 ilustra o esquema já existente. No entanto, este *layout* é funcionalmente inaceitável e precisa ser agregado no novo espaço disponível.

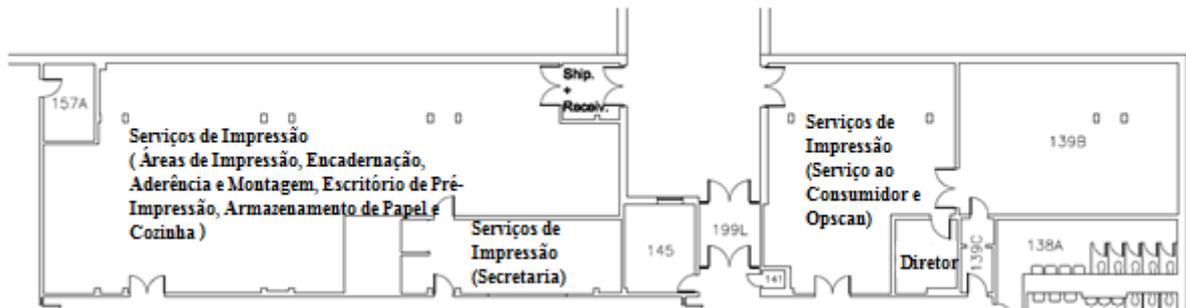


Figura 15- Layout do Serviço de Impressão no Edifício *Whitmore*

Fonte: A Autora

O serviço de impressão é um processo de produção que foi historicamente localizado no prédio *Whitmore*, mas que agora é incompatível com as funções de administrativas que lá ocorrem. Também, a área de refeição precisa ser expandida por conta de requisitos de ventilação.

4.3.2 Serviços de Correio (SC)

Os serviços de correio separam e entregam toda correspondência que circula em todo o campus. É uma parte integrante de todos os departamentos da Universidade e é necessário que este serviço seja executado com rapidez e eficiência, a fim de manter a Universidade em funcionamento.

Atualmente, está localizado no Departamento *Goodell* e é subdividido em dez áreas que são apresentadas no Quadro 6.

| Áreas | Função |
|-----------------------------|---|
| 1. Serviço ao Cliente | Os clientes vêm com os pedidos os trabalhadores configuram-nos para iniciar o processo. Clientes também deixam correspondência carimbada. |
| 2. Escritório do Supervisor | Supervisiona todas as funções. |
| 3. Diretoria | Operações administrativas gerais. |
| 4. Área do Dormitório | Responsável pela recepção, triagem, transporte e enviar correspondências para os dormitórios. |
| 5. Endereçamento | Usado para o encaminhamento e endereçamento de correspondências que são endereçadas incorretamente que devem ser corrigidas. |
| 6. Intra Campus | Usado para o recebimento e envio de mensagens dentro do campus. |
| 7. Área de medição | As máquinas carimbam as correspondências com as devidas postagens. Atualmente são duas máquinas. |
| 8. Área de Armazenamento | Esta área armazena todos os materiais necessários para as atividades de serviços de correio. |
| 9. Cozinha | Armazenamento de itens pessoais e de alimentos e às vezes é utilizado para sala de conferências. |
| 10. Expedição / Recebimento | Armazenamento de produtos finalizados, e também utilizado para envio e recebimento de produtos e matérias-primas. |

Quadro 6- Áreas do Serviço de Correio

Fonte: A Autora

A Figura 16 representa a configuração atual do *layout* do serviço de correio localizado no *Goodell*:

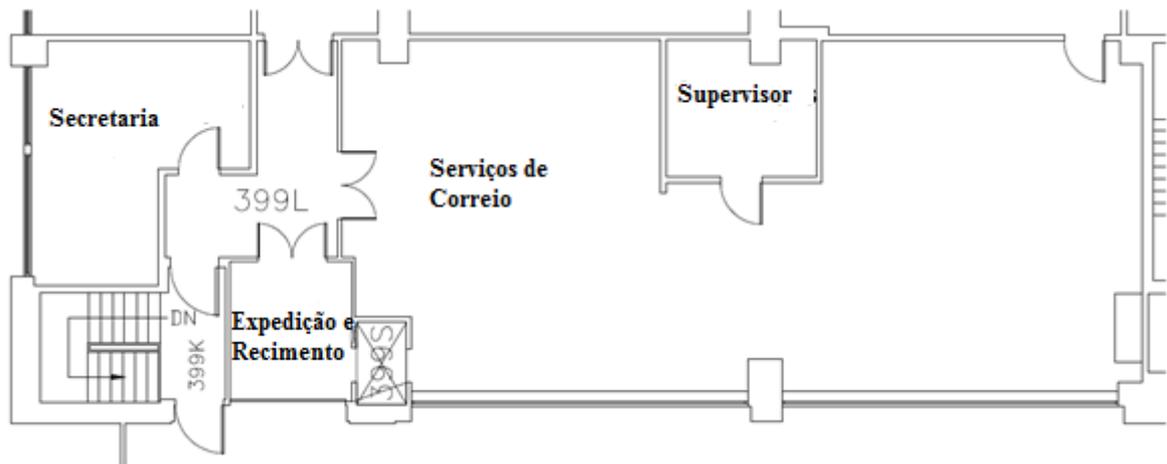


Figura 16- Layout do Serviço de Correio no Goodell

Fonte: A Autora

4.3.3 Serviço de Correio em Massa (SCM)

Correio em Massa é o lugar onde grandes quantidades de correspondências são preparadas para serem enviadas pelo correio e, em seguida, despachadas. Além disso, SCM é responsável por pacotes de correspondência maiores do que os de serviços de correio. Algumas de suas atividades são mostradas abaixo:

- Colocação do selo e rotulagem;
- Medição de pacotes de correio;
- Tabulação do envelope e estampagem;
- Uso de fitas para amarrar grandes embalagens;
- Endereçar múltiplos itens de correspondência.

Atualmente está localizado no lado leste do anexo *Campus Center Way* e é subdividido em dez áreas que são apresentados no Quadro 7.

| Áreas | Função |
|-----------------------------|--|
| 1. Escritório do Supervisor | Os clientes vêm com os pedidos. Também é usado para coordenar e supervisionar todas as funções. |
| 2. Secretaria | Função geral. Depois de feito o pedido, os trabalhadores criam ordem de serviço para iniciar o processo. |
| 3. Área de Separação | Classificação dos itens de correio. |
| 4. Área de Medição | Colocação de selo e estampagem de envelopes. Há uma máquina. |
| 5. Área Inkjet | Responsável pela aplicação de endereços. |
| 6. Área de Tabulação | Usado para a marcação de correspondências. |
| 7. Área de Abastecimento | Fornecimento de suprimentos para as outras áreas. |
| 8. Área de Armazenamento | Armazenamento de todos os materiais necessários para as atividades de correio em massa. |
| 9. Cozinha | Armazenamento de itens pessoais e de alimentos e é utilizada para sala de conferência. |
| 10. Expedição / Recebimento | Armazenamento de produtos finais e é utilizada para envio e recebimento de produtos e matérias-primas. |

Quadro 7- Áreas do Serviço de Correio em Massa

Fonte: A Autora

4.4 Razões para fusão do SI, SC e SCM

Como se pode ver na Figura 17, as distâncias retilíneas na configuração atual são grandes e os custos de viagem entre as operações são excessivas quando se leva em conta o tempo dos trabalhadores, a quilometragem e os crescentes custos de combustível. Dentro do *Textbook Annex*, o espaço disponível é de 1.167 m² para acomodar os três serviços. Embora a alocação do espaço atual para os três serviços é de cerca de 837 m², espera-se que, quando todos os três departamentos ficarem juntos, será exigido aproximadamente de 837 m² a 930 m² de espaço, tendo disponível de 186 m² a 279 m² para outras atividades. A Figura 18 é o *layout* atual do *Textbook Annex*.

As principais razões da consolidação desses serviços são:

1. Redução de custos de transporte;

2. Espaços e atividades compartilhadas;
3. *Cross-training* dos funcionários dos departamentos.

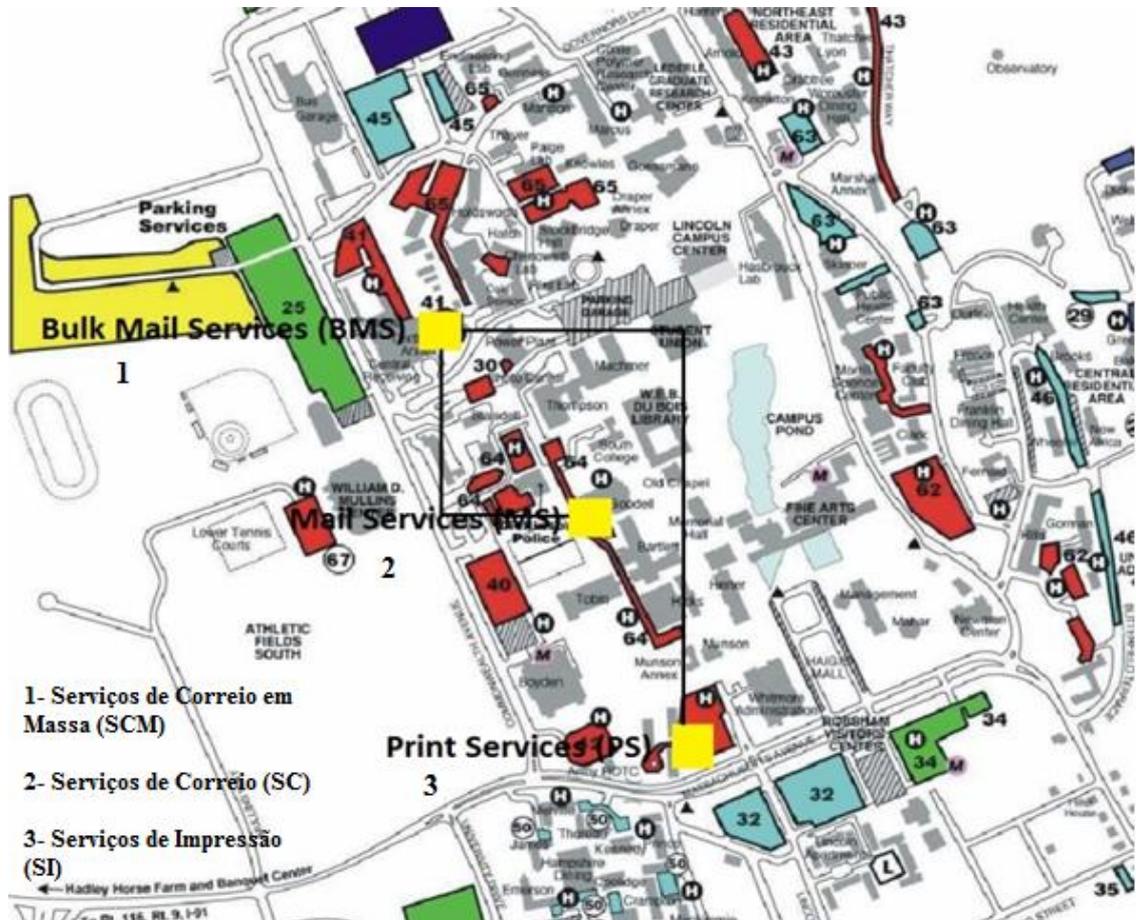


Figura 17- Configuração espacial dos três departamentos no campus

Fonte: Adaptado de J. MacGregor Smith

1. Como pode ser visto na Figura 17, a distância retilínea no sentido unidirecional entre o SCM e SC é 805 metros, enquanto a distância retilínea entre o SCM e SI aproximadamente 1610 metros. Considerando-se a seguinte equação custo operacional:

Total de custos \$ / ano = (número de viagens / dia) * (metros / viagem) * (dias úteis / ano) * (\$ / metros).

Estes custos de transporte anuais pode ser uma contribuição significativa das operações desses três serviços.

2. Os espaços e atividades compartilhados surgem devido às funções dos serviços. Os três serviços precisam estar próximos uns dos outros, porque eles interagem em serviços ao cliente, sala de conferência, manuseio de material compartilhado, armazenamento de tubos, e envio e recebimento. Especialmente nas áreas de transporte e recebimento, acidentes de trânsito podem ser evitados com o espaço compartilhado adequadamente e bem planejado. Além disso, é essencial que algumas áreas se situem perto uma das outras, uma vez que elas podem partilhar o mesmo equipamento, bem como o mesmo espaço. Por exemplo, Serviços de Correio em Massa e Serviços de Correio têm processos similares, tais como triagem de correio, medição e embalagem. Se combinados, podem economizar e otimizar os processos de fluxo de ambos os serviços e diminuir também o espaço necessário.

Atualmente, há um total de trinta e três áreas com atividades diferentes entre os serviços, e com a fusão o número de áreas deve ser poupado em aproximadamente 30%. Diante disso, o espaço de circulação deve ser mais eficiente.

3. A execução dos três serviços no novo espaço prevê possibilidades de *cross-training* entre essas áreas. Para Day, Gronn e Salas (2004), *cross-training* oferece oportunidades para os membros da equipe a trabalharem como uma unidade. Empresas podem implementar *cross-training* cuja estratégia é treinar membros da equipe, ensinando-lhes os deveres e funções de seus companheiros de equipe. Com a criação do novo *layout*, os espaços entre as áreas dos departamentos serão mais flexíveis e dinâmicos, conseqüentemente permitirá a comunicação mais fácil entre membros da equipe. É sugerido que o método do *cross-training* seja o de modelagem posicional, pois a maioria das atividades são distintas e há uma quantidade média de trabalhadores.

Por exemplo, é possível ver que na área do supervisor, se os escritórios estiverem lado a lado, isso permitirá que se comuniquem mais rápido e de forma eficiente, facilitando assim a cooperação com os deveres e tarefas. Além disso, alguns funcionários podem dar assistência a outros que têm um número significativo de funções. Dessa forma, diminuiria o número na fila, o tempo ocioso dos funcionários e melhoraria a qualidade, o desempenho da equipe e do processo produtivo. Com isso, a meta de *cross-training* pode ser alcançada que é a de melhorar o conhecimento de atividades interpessoais, já que que os trabalhadores serão capazes de antecipar as necessidades dos outros.

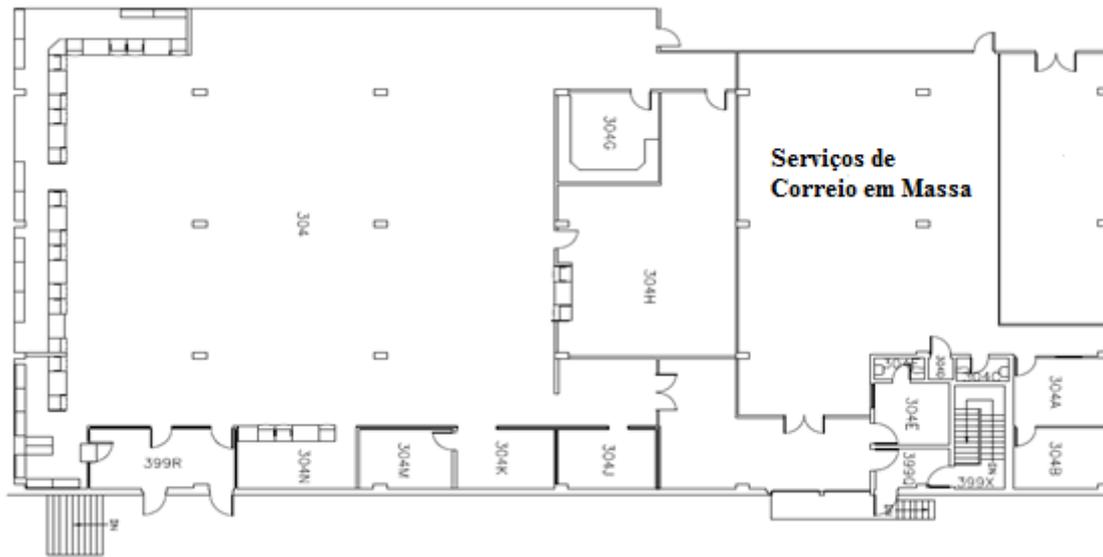


Figura 18- Layout atual e espaço disponível no Textbook Annex

Fonte: J. MacGregor Smith

4.5 Medição de Equipamentos

Os equipamentos dos serviços de Correio, Correio em Massa e Impressão foram medidos com uma trena em comprimento x largura, e alguns em comprimento x largura x altura. Também foi especificada a quantidade de cada um desses equipamentos. Isso foi feito com precisão, pois no *layout* final os equipamentos serão organizados em suas respectivas áreas e dispostos da melhor forma possível, levando em consideração o fluxo de materiais e pessoas.

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os modelos, medidas e as quantidades dos equipamentos dos serviços de Correio em Massa, Correio e Impressão.

Tabela 1- Lista de Equipamentos dos Serviços de Impressão

| Lista de Equipamentos do Serviço de Impressão | | | |
|--|---|------------|----------------------|
| Modelo | Descrição | Qtd | Dimensões (m) |
| Xerox 4112 | Impressão | 1 | 0,80 x 2,70 |
| Xerox D136 | Impressão | 1 | 0,70 x 3,50 |
| C J75 Press | Impressão, cópia e digitalização (colorida) | 1 | 1,60 x 3,90 |
| OpScan 10 | Digitalização ótica | 1 | 0,46 x 0,80 |
| OpScan 16 | Digitalização ótica | 1 | 0,45 x 1,10 |
| Plate Writer 2000 | Impressão - Estampagem | 1 | 0,91 x 2,00 |
| ABDick | Impressão colorida | 1 | 0,92 x 2,36 |
| Hamada 600DC | Impressão | 1 | 0,74 x 1,80 |
| BAUM USA | Fazer dobra | 1 | 1,83 x 3,00 |
| Challenge Cutter | Corte | 1 | 0,71 x 2,00 |
| Challenge Drill | Fazer furo | 1 | 0,76 x 1,04 |
| Autocreater 33 | Fazer dobra | 1 | 0,48 x 1,24 |
| Booklet Maker | Aderência, dobra, grampear | 1 | 0,74 x 6,08 |
| BB 3001 Binding System | Fazer folhetos | 1 | 1,90 x 1,88 |
| Rota Trim | Corte | 1 | 0,56 x 0,38 |
| GBC HeatSeal H425 | Laminar papel | 1 | 0,46 x 0,53 |
| GBC Magnapunch | Encadernação | 1 | 0,53 x 0,48 |
| GBC TL2900 | Encadernação | 1 | 0,46 x 0,60 |
| GBC Plaza | Encadernação | 1 | 3,35 x 0,48 |
| Bostitch | Grampear | 1 | 0,66 x 0,60 |

Fonte: A Autora

Tabela 2- Lista de Equipamentos dos Serviços de Correio

| Lista de Equipamentos do Serviço de Correio | | | |
|--|------------------|------------|----------------------|
| Modelo | Descrição | Qtd | Dimensões (m) |
| Metering Machine | Medição | 1 | 0,50 x 1,58x 0,33 |
| Electronic Scale | Medição | 1 | 0,36 x 0,36 x 0,13 |
| Sorting Rack | Intra-Campus | 1 | 1,53 x 0,44 x 1,32 |
| Sorting Rack | Dormitório | 1 | 0,64 x 0,44 x 1,32 |

Fonte: A Autora

Tabela 3- Lista de Equipamentos dos Serviços de Correio em Massa

| Lista de Equipamentos do Serviço de Correio em Massa | | | |
|---|------------------|------------|----------------------|
| Modelo | Descrição | Qtd | Dimensões (m) |
| Conveyor | Inkjet | 1 | 0,75 x 2,72 |
| Electronic Scale | Inkjet | 3 | 0,74 x 3,48 |
| Printer | Inkjet | 3 | 1,55 x 3,86 |
| Secap Machine | Inkjet | 1 | 0,46 x 0,82 |
| Inkjet Machine | Inkjet | 1 | 0,46 x 1,10 |
| Strapping Machine | Tabulação | 2 | 0,91 x 2,00 |
| Inserting Machine | Tabulação | 1 | 0,74 x 1,80 |
| Stamper/indicia | Tabulação | 1 | 1,83 x 3,00 |
| Single Tabber | Tabulação | 1 | 0,71 x 2,00 |
| Double Tabber | Tabulação | 1 | 0,76 x 1,04 |
| Triple Tabber | Tabulação | 1 | 0,48 x 1,34 |
| Fax/Copy | Medição | 1 | 1,90 x 1,88 |
| Labeller Machine | Medição | 1 | 0,56 x 0,38 |
| Meter Machine | Medição | 1 | 0,46 x 0,53 |
| Folder Machine | Medição | 1 | 0,53 x 0,48 |

Fonte: A Autora

4.6 Relações entre as Atividades

A matriz de relacionamento e o diagrama entre as atividades são ferramentas importantes na construção de um *layout*. Com base nisto, é possível analisar as atividades que precisam estar próximas às outras de acordo com o fluxo de produto. As tabelas das matrizes de relacionamento foram baseadas em atividades e em entrevistas com os gestores atuais de cada serviço, que determinaram a melhor alocação deles. Essas relações são definidas em cinco graus de importância: Absolutamente importante (A) o que significa que as áreas devem serem alocadas próximas às outras de acordo com suas necessidades; especialmente importante (E), onde é vital que as áreas estejam perto, mas não com um grau de importância como a proximidade absoluta; importante (I) onde as áreas precisam ter uma proximidade e, proximidade normal (O) em que a proximidade é desejável, mas não necessária. Quando não há nenhuma letra na célula significa uma relação entre as atividades sem importância ou que não têm qualquer relação espacial. Além disso, essas letras podem também ser representadas

por um número de 1 a 10: Absolutamente importante (A): 8-10; especialmente importante (E): 5-8; Importante (I): 3-5; Proximidade normal (O): 1-3.

Embora estes valores numéricos sejam estáticos e deterministas, quando o modelo de simulação digital for desenvolvido, as relações de fluxo se tornarão dinâmica e estocástica para refletir sua existência no mundo real.

4.6.1 Serviço de Impressão

A Tabela 4 mostra a matriz de relacionamento da área de serviço de impressão.

Tabela 4- Matriz de Relacionamento dos Serviços de Impressão

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| 1. Serviço ao Cliente | | A | O | E | | A | | | | | | A | |
| 2. Secretaria | | | E | E | | | | | | | | | I |
| 3. Escritório do Diretor | | | | I | | O | | O | O | O | | | |
| 4. Escritório de Pré-impressão | | | | | O | O | | | | | | | |
| 5. Offset | | | | | | A | A | E | E | E | | | |
| 6. Área de Impressão | | | | | | | A | E | E | E | | | |
| 7. Armazenamento de Papel | | | | | | | | | | | A | O | |
| 8. Área de Aderência | | | | | | | | | A | A | A | | |
| 9. Área de Encadernação | | | | | | | | | | A | A | | |
| 10. Área de Montagem | | | | | | | | | | | A | | |
| 11. Expedição e recebimento | | | | | | | | | | | | | |
| 12. OpSCAN | | | | | | | | | | | | | |
| 13. Cozinha | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: A Autora

Da Tabela 4, foi criada a Figura 19 para o SI:

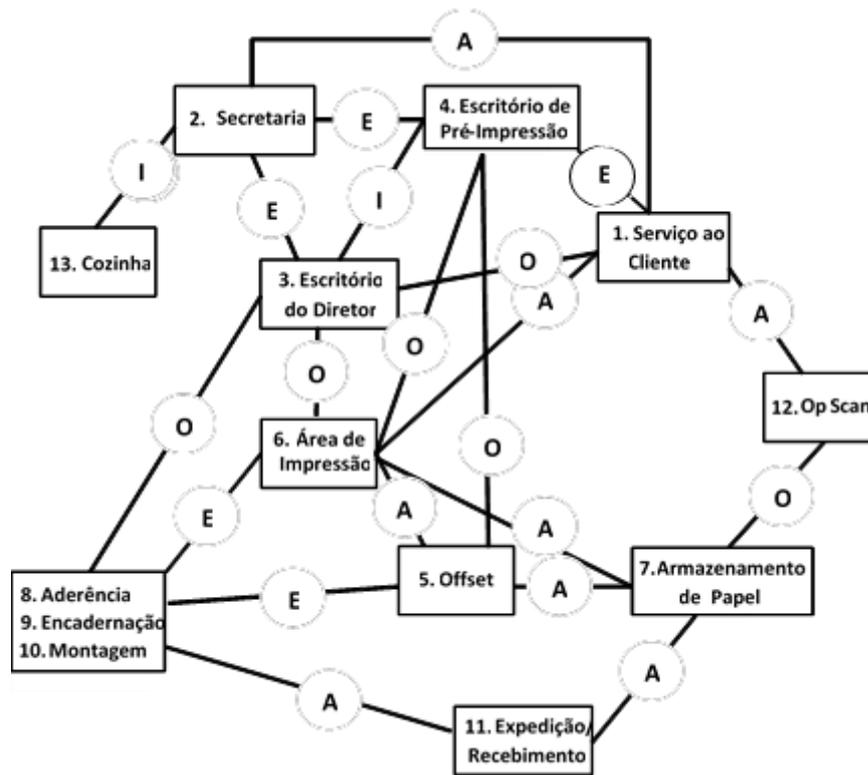


Figura 19- Relação entre atividades dos Serviços de Impressão

Fonte: A Autora

A Tabela 4 representa as áreas que devem estar próximas ou não às outras, por exemplo: serviço ao cliente é absolutamente importante ficar próximo à secretaria, área de impressão e ao opscan, mas não é necessário que esteja próximo ao escritório do diretor. A área de impressão é importante que esteja próxima às áreas de aderência, de encadernação e de montagem.

4.6.2 Serviço de Correio

A Tabela 5 mostra a matriz de relacionamento da área de serviço de correio.

Tabela 5- Matriz de relacionamento dos Serviços de Correio

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1. Serviço ao Cliente | | | O | O | O | A | E | | A | |
| 2. Sala de Descanso | | | | | | | O | | O | |
| 3. Área do Dormitório | | | | O | O | | | | I | |
| 4. Endereçamento | | | | | O | | | | I | |
| 5. Intra Campus | | | | | | E | | | I | |
| 6. Área de Medição | | | | | | | | A | I | |
| 7. Diretoria | | | | | | | | E | | |
| 8. Expedição / Recebimento | | | | | | | | | I | I |
| 9. Escritório do Supervisor | | | | | | | | | | |
| 10. Área de Armazenamento | | | | | | | | | | |

Fonte: A Autora

Da Tabela 5, foi criada a Figura 20 para o SC:

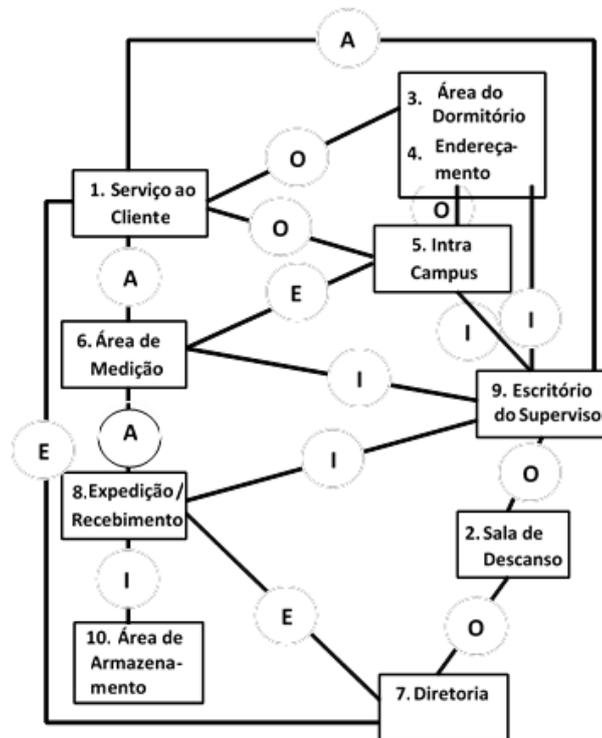


Figura 20- Relação entre atividades dos Serviços de Correio

Fonte: A autora

A Tabela 5 esquematiza as proximidades das áreas, tais como: expedição/recebimento é importante que fique próximo à sala do diretor e à área de armazenamento. A área de endereçamento não é tão importante que esteja próxima ao *intra campus* e é importante a proximidade com a sala do diretor.

4.6.3 Serviço de Correio em Massa

A Tabela 6 mostra a matriz de relacionamento da área de correio em massa.

Tabela 6- Matriz de Relacionamento dos Serviços de Correio em Massa

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1. Escritório do Supervisor | | I | I | I | I | I | I | I | I | O |
| 2. Área de Separação | | | O | O | O | I | O | I | | |
| 3. Área de Medição | | | | A | A | I | A | I | | |
| 4. Área de Tabulação | | | | | A | I | A | I | | |
| 5. Área Inkjet | | | | | | I | A | I | | |
| 6. Secretaria | | | | | | | | O | O | O |
| 7. Área de Abastecimento | | | | | | | | O | O | |
| 8. Expedição / Recebimento | | | | | | | | | E | |
| 9. Área de Armazenamento | | | | | | | | | | |
| 10. Cozinha | | | | | | | | | | |

Fonte: A Autora

Da Tabela 6, foi criada a Figura 21 para SCM:

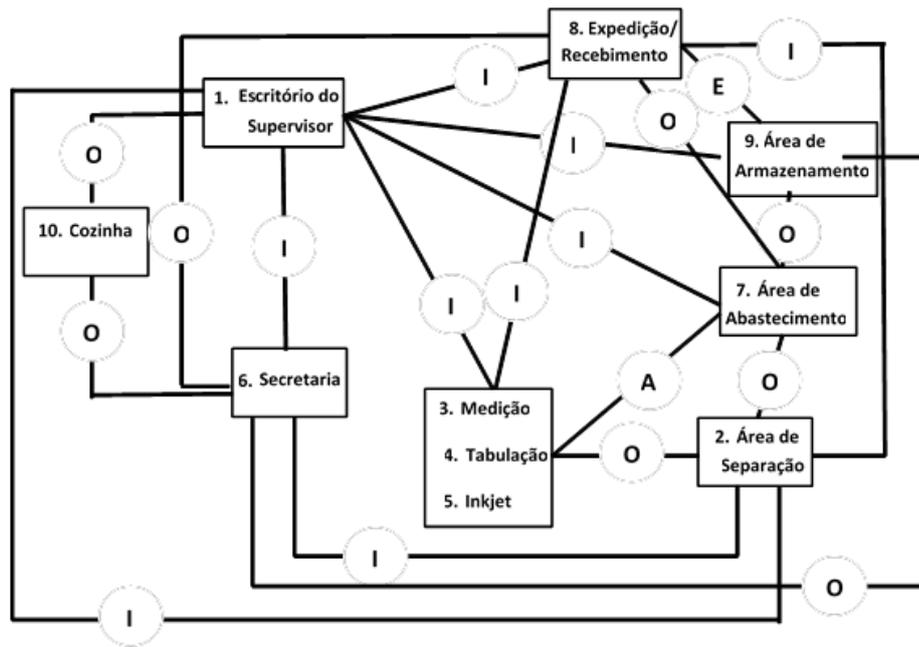


Figura 21- Relação entre atividades dos Serviços de Correio em Massa

Fonte: A Autora

A Tabela 6 mostra que é importante, por exemplo, a área *inkjet* estar próxima à secretaria e à expedição/recebimento e extremamente importante ficar próxima à área de abastecimento.

Estimando a área utilizada para cada atividade na situação corrente, pode-se aproximar o quanto de área será necessária do novo layout para cada serviço, conforme Tabelas 7, 8 e 9. Assim, combinando-os no novo espaço, pode-se consolidar o transporte, atendimento ao cliente, e área de conferência em espaços compartilhados pelos três serviços.

Tabela 7- Áreas para os Departamentos do Serviços de Impressão

| Área necessária | |
|--|----------------------|
| Departamentos do Serviço de Impressão | M² |
| 1. Serviço ao Cliente | 12 |
| 2. Secretaria | 12 |
| 3. Escritório do Diretor | 12 |
| 4. Opscan | 12 |
| 5. Escritório de Pré-impressão | 10 |
| 6. Offset | 47 |
| 7. Área de Impressão | 47 |
| 8. Armazenamento de Papel | 24 |
| 9. Área de Aderência | 19 |
| 10. Área de Encadernação | 19 |
| 11. Área de Montagem | 12 |
| 12. Expedição e recebimento | 47 |
| 13. Cozinha | 19 |
| Subtotal da Área Requerida | 292 |

Fonte: A Autora

Tabela 8- Áreas para os Departamentos dos Serviços de Correio

| Departamentos do Serviço de Correio | Área necessária |
|--|-----------------|
| | M ² |
| 1. Serviço ao Cliente | 10 |
| 2. Escritório do Supervisor | 12 |
| 3. Diretoria | 19 |
| 4. Área do Dormitório | 24 |
| 5. Endereçamento | 24 |
| 6. Intra Campus | 12 |
| 7. Área de medição | 47 |
| 8. Área de Armazenamento | 24 |
| 9. Cozinha | 19 |
| 10. Expedição / Recebimento | 47 |
| Subtotal da Área Requerida | 238 |

Fonte: A Autora

Tabela 9- Áreas para os Departamentos dos Serviço de Correio em Massa

| Departamentos do Serviço de Correio em Massa | Área necessária |
|---|-----------------|
| | M ² |
| 1. Escritório do Diretor | 10 |
| 2. Secretaria | 14 |
| 3. Área de Separação | 24 |
| 4. Área de Medição | 47 |
| 5. Área Inkjet | 28 |
| 6. Área de Tabulação | 19 |
| 7. Área de Abastecimento | 47 |
| 8. Área de Armazenamento | 47 |
| 9. Cozinha | 19 |
| 10. Expedição / Recebimento | 47 |
| Subtotal da Área Requerida | 302 |

Fonte: A Autora

Então a área total é de 832 m². Dessa forma, com as áreas de cada setor será possível projetar alternativas de *layout* em que esquematizarão todos os departamentos dentro de uma escala utilizada no AutoCAD.

4.7 Relação entre as Áreas

Neste tópico serão apresentadas as relações entre as áreas dos Serviços de Correio, Correio em Massa e Impressão, em diferentes interações.

4.7.1 Serviços de Correio e Correio em Massa

Estão intimamente relacionados, devido à natureza semelhante das suas funções. Muitas correspondências do correio se deslocam entre dois a sete dias, assim como o uso de equipamentos e suprimentos similares. Devido a isso, algumas das áreas de serviço de correio e de correio em massa podem ser combinados: a máquina *post* e área de medição, por exemplo. A única diferença é o tamanho dos pacotes das correspondências. Correio em Massa tem a responsabilidade de trabalhar com pacotes maiores, enquanto serviço de correio geralmente trabalha com menores. Serviços de correio tendem a ser mais ocupados na parte da manhã, enquanto correio em massa está mais ocupado durante a tarde.

4.7.2 Serviços de Impressão e Correio em Massa

Depois que os materiais do serviço de impressão estão prontos, 15% deles são enviados para o Correio em Massa e 80% são despachados. No correio em massa, os produtos finais que chegam do Serviços de Impressão são separados, classificados, medidos, passados no jato de tinta e então enviados para seu destino final. Devido a esta relação entre as duas áreas, é essencial que, no novo *layout*, a área de montagem do serviço de impressão seja colocada perto da área de recepção do serviço de correio em massa. Com isso, diminuirá os custos de transporte, bem como o deslocamento desnecessário e de movimento de pessoas que enviam os produtos finais a partir do SI ao SCM.

4.7.3 Serviços de Impressão, de Correio e de Correio em Massa

Serviços de impressão são dependentes dos serviços de correio em massa, no entanto, não têm uma relação significativa com a produção dos serviços de correio, com exceção dos serviços aos clientes e fluxo de tráfego de entrada do cliente. Esta função de atendimento ao cliente certamente melhorará a operação de serviço ao cliente atual no SI. A relação entre os serviços de impressão e serviços de correio em massa é na maior parte do tempo unidirecional, conforme Figura 22. Itens impressos são entregues ao serviço de correio em massa para serem enviados para fora, mas os produtos não fluem para o outro lado, pois todos os pedidos do Serviço de impressão vêm de dentro da Universidade.

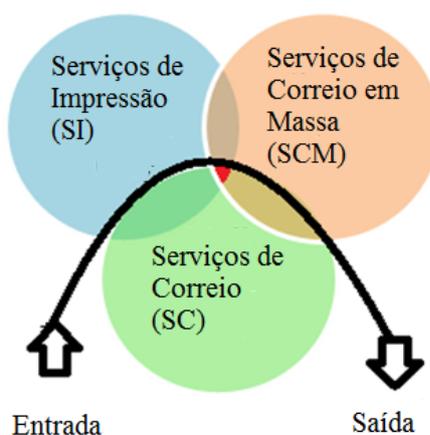


Figura 22- Fluxo do Processo de Tráfego

Fonte: A Autora

4.8 Alternativas de *Layout*

A fim de determinar o melhor arranjo dos três serviços dentro do novo espaço, foram desenvolvidos dois esquemas alternativos a fim de que os diretores pudessem escolher qual seria o mais viável. De acordo com os dados fornecidos e da análise que foi realizada, foi possível alocar cada atividade seguindo as diretrizes e os diagramas de relacionamento. Como resultado, temos *Layout 1* (Figura 23) e *Layout 2* (Figura 24).

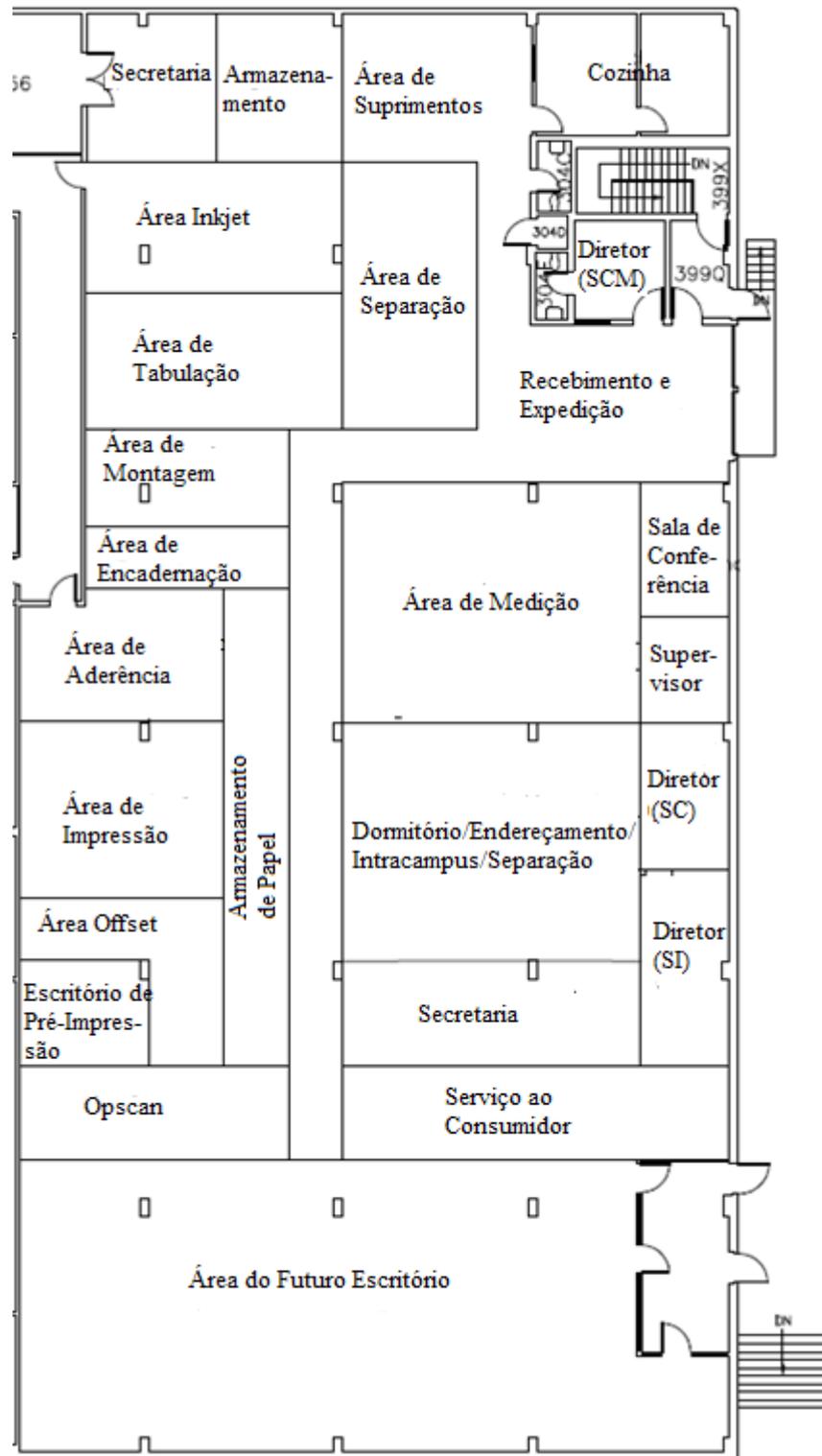


Figura 23- *Layout Alternativo 1*

Fonte: A Autora

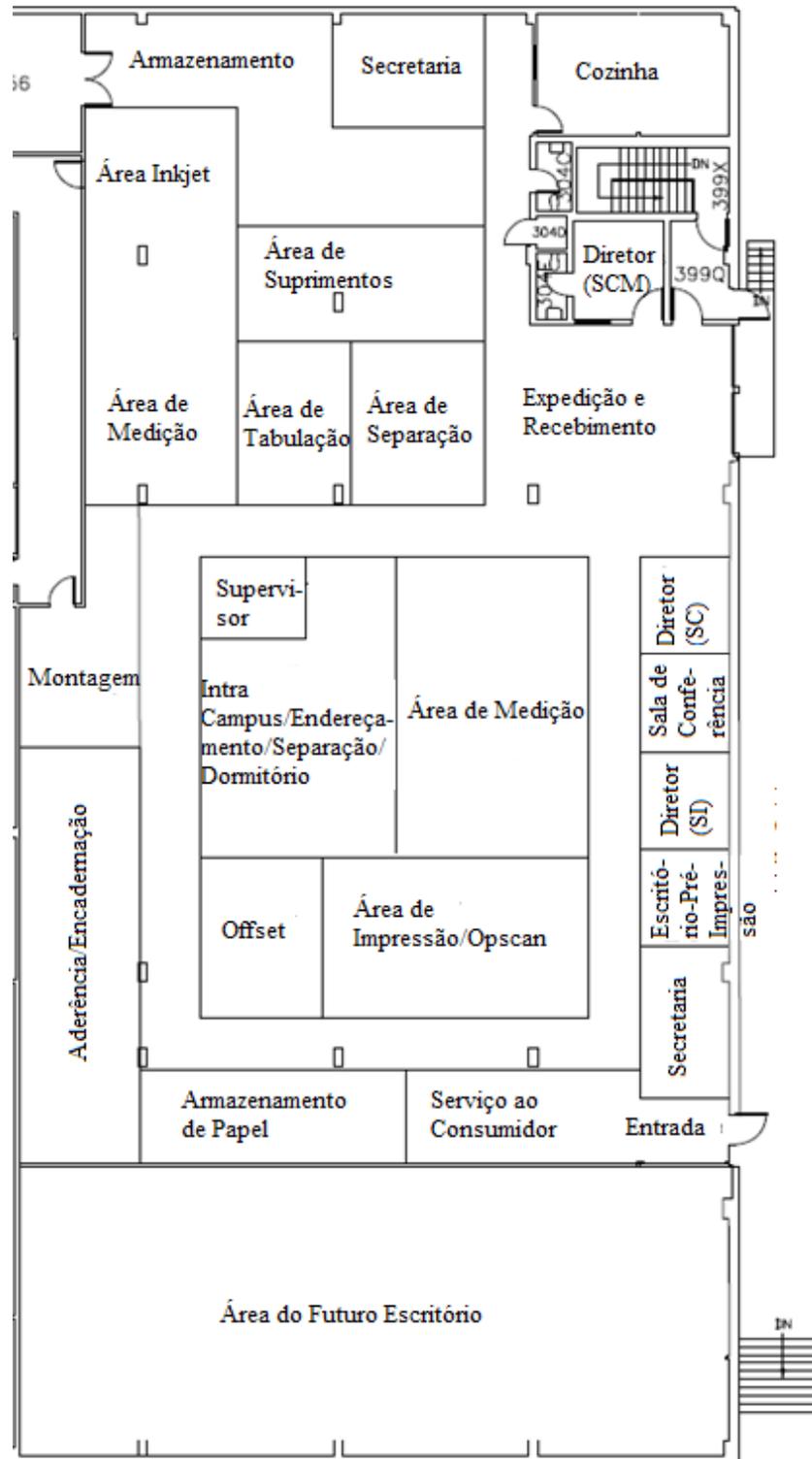


Figura 24- Layout Alternativo 2

Fonte: A Autora

Depois de uma reunião com os diretores de cada serviço, as seguintes conclusões e alterações foram feitas:

- Serviços de Correio em Massa preferiu a alternativa de *layout* 1;
- Serviços de Impressão e Serviços de Correio preferiram a disposição do *layout* 2, pois acharam-no mais “limpo” e o fluxo de trabalho mais linear;
- Armazenamento do papel deve ser colocado encostado na parede e não no meio da área de impressão como apresentado na Figura 23;
- A secretaria deve ser junta com a área de serviços ao cliente;
- A área da cozinha deve ser aumentada;
- A entrada deve ser expandida para acomodar vários caminhões de uma só vez e garantir o carregamento e descarregamento dos caminhões;
- A área *OpSCAN* deve tornar-se menor;
- O Escritório de pré-impressão deve ser movido para o canto do *layout*.

4.9 *Layout* final

Depois que estas sugestões foram alteradas, foi criado o *layout* final que é apresentado na Figura 25. Este apresenta um total de 1.167 m². Neste espaço, 953 m² serão alocados para os serviços de impressão, correio e correio em massa. O espaço que sobrar, que será de 214 m², será atribuído a um escritório futuro.

Uma área de 387 m² foi alocada para os serviços de impressão, 213 m² para Serviços de correio e 350 m² para os serviços de correio em massa. Devido à economia de compartilhamento do espaço, um eficiente *layout* em forma de U é feito para todos os processos de fluxo de tráfego. Na próxima seção do trabalho, serão examinados os processos de fluxo de tráfego dinâmicos e estocásticos a fim de se analisar onde poderá haver congestionamento e gargalo no novo *layout*.

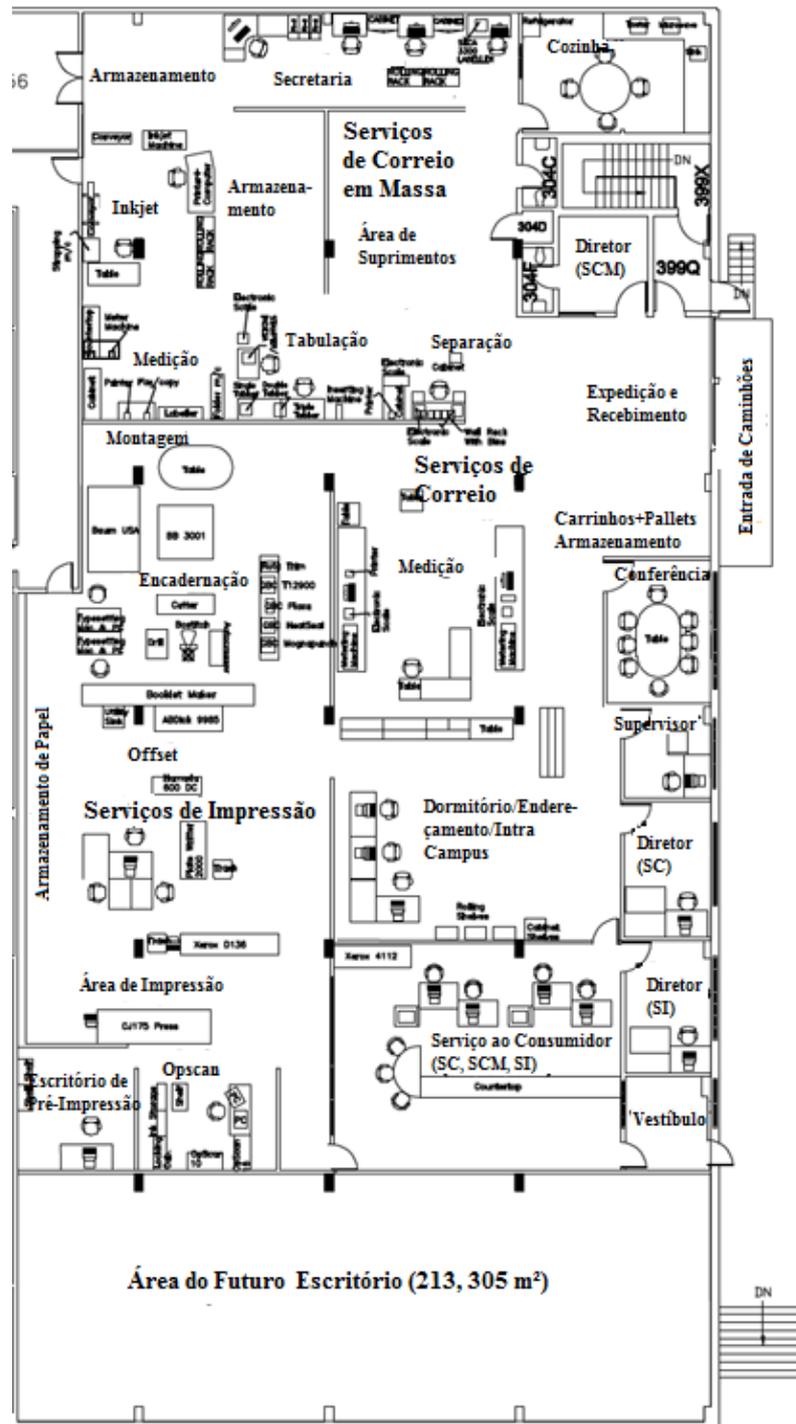


Figura 25- *Layout Final*

Fonte: A Autora

Na Figura 26 é mostrada o *layout final* em 3D.

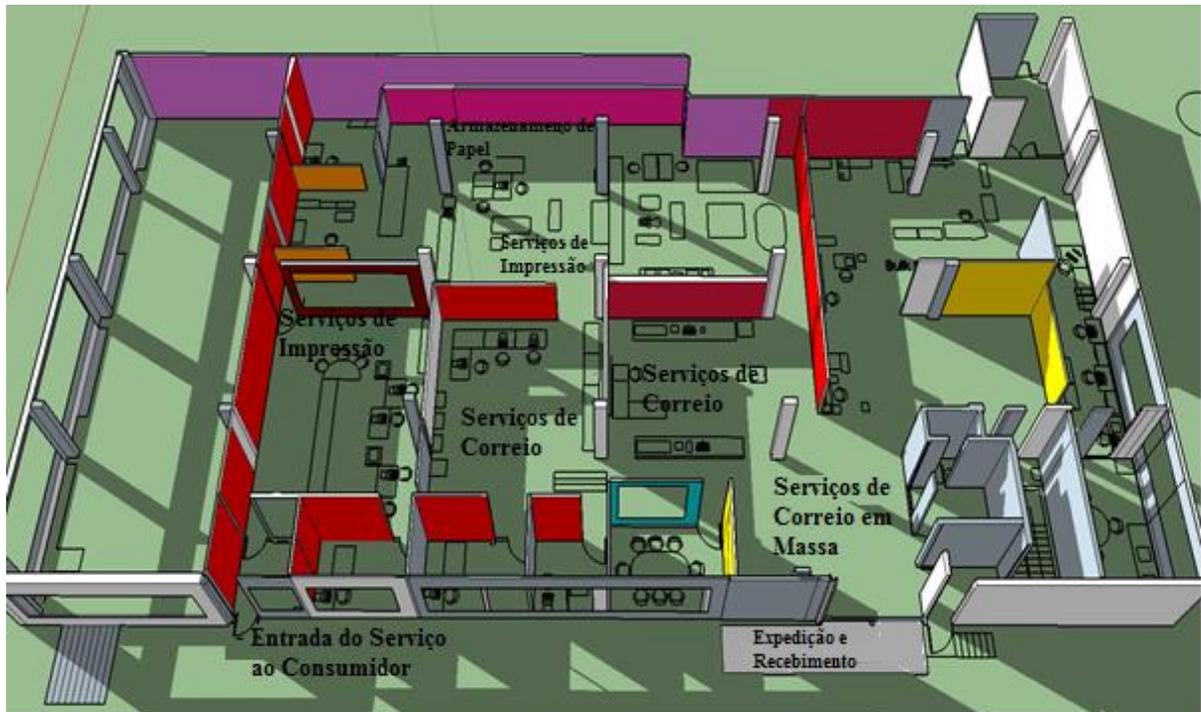


Figura 26- *Layout Final (Modelo 3D)*

Fonte: J. MacGregor Smith

5 RESULTADOS

A fim de compreender melhor o impacto sobre os processos de fluxo de tráfego na localização dos três serviços em um único *layout*, planos de processo e diagrama do processo de fabricação da produção, juntamente com um modelo de simulação digital do novo *layout* foram gerados. Através de questionários e entrevistas realizados com os chefes de departamento e funcionários dos três serviços, foram determinados o fluxo de materiais e informações por meio de cada um dos seus sistemas, além das ligações entre eles. Estes são refletidos no seguinte diagrama de fluxo do processo que simula o *layout*, conforme Figura 27.

5.1 Modelo de Simulação

Complementando o *layout* dos serviços de impressão, correio e correio em massa, foi construído um modelo de simulação de eventos discretos através da simulação digital pelo software Arena ¹. O Arena permite colocar o *input* (dados de entrada) e manipular distribuições de probabilidades em relação a quanto tempo determinados processos levam a fim de estimar o tempo de espera, tamanho da fila, tempos de ciclo e uso do equipamento. Através dos dados coletados a partir dos três serviços, foi modelado o tempo de um ano para as atividades. Os dados a seguir foram tirados da simulação final, na qual foram executados trinta ensaios de duzentos e cinquenta e oito horas de dias trabalhados com um tempo de pré-processamento de mil horas.

As Tabelas 10 e 11 representam os dados usados para criar o modelo de simulação. Nas tabelas de tempo de processamento, há diferentes distribuições de probabilidades em relação ao tempo que cada processo leva. Cada distribuição tanto pode ser uma distribuição triangular, com um mínimo, médio e máximo, quanto uma distribuição exponencial com um parâmetro de tempo. Foi escolhida cada distribuição a fim de melhor atender a informação que foi dada pelos chefes dos departamentos. A tabela de *input* fornece o número de postos de trabalho ou materiais que entram no sistema a cada dia. No modelo, há três tipos de entidades: trabalho, contêiner e contêiner em massa. O contêiner e o contêiner em massa são recipientes de plástico que carregam 450 materiais (correspondência, folhetos, entre outros) de correio, conforme a Figura 28. Esta é a unidade de base para serviços de correio e correio em massa. A entidade trabalho representa o pedido do serviço de impressão. Estas ordens variam em tamanho e devem ser contabilizadas nas distribuições de probabilidades de tempo de processo. Como alguns trabalhos de impressão acabam no correio em massa, foi criado um fator de conversão para empregos e para contêiner. Esta relação pode ser qualquer uma entre um a doze contêineres, então foi criada uma distribuição de probabilidade para encaixar esta informação¹

¹ *Kelton, W. David., Randall P.. Sadowski, and Nancy B. Swets. *Simulation with Arena*. New York, NY

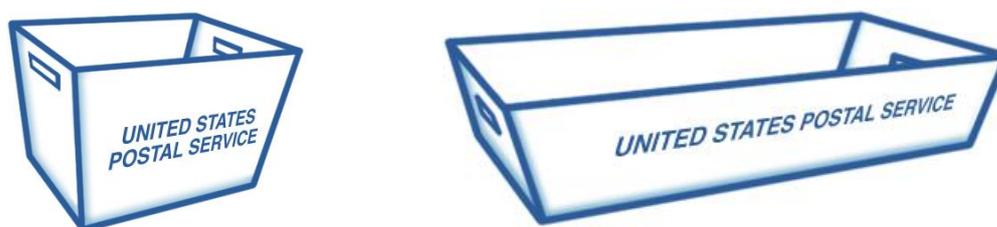


Figura 28- Exemplo de contêineres

Tabela 10- Tempo de Processamento (Impressão, Correio e Correio em Massa)

| Tempos de Processamento (minutos) | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------|------------|------|-----|
| | Atividades | Exponencial | Triangular | | |
| | | Média | Mín | Méd | Máx |
| Serviços de Correio | Serviço ao Cliente | - | 5 | 7 | 10 |
| | OpSCAN | - | 2 | 7 | 15 |
| | Layout | - | 30 | 45 | 120 |
| | Pré-Impressão | 15 | - | - | - |
| | Offset | 45 | - | - | - |
| | Impressão Digital | - | 1 | 15 | 30 |
| | Aderência e Encadernação | 45 | - | - | - |
| | Montagem | 20 | - | - | - |
| Serviços de Impressão | SI Separação | - | 0.5 | 0.75 | 1 |
| | Dormitório | - | 30 | 45 | 60 |
| | Intra Campus | - | 7 | 10 | 13 |
| | Endereçamento | - | 360 | 360 | 480 |
| | Medição | - | 2 | 3 | 5 |
| | Descarregamento | - | 0.5 | 0.75 | 1 |
| | Carregamento | - | 0.5 | 0.75 | 1 |
| Serviços de Correio em Massa | Separação | - | 2 | 5 | 7 |
| | Inkjet | - | 2 | 3 | 4 |
| | Tabulação | - | 5 | 6 | 7 |
| | Medição | - | 2 | 3 | 4 |
| | Descarregamento | - | 0.5 | 0.75 | 1 |
| | Carregamento | - | 0.5 | 0.75 | 1 |

Fonte: Software Arena

Tabela 11- Serviços (Input)

| Inputs | |
|--------------------------------------|------------|
| Serviço de Impressão | |
| | Méd |
| Entrada trabalho/dia | 14 |
| Trabalho eletrônico/ dia | 16 |
| Total | 30 |
| Serviço de Correio | |
| | Méd |
| Entrada contêiner / dia | 2 |
| Chegada caminhão, contêiner / dia | 155 |
| Total | 157 |
| Serviço de Correio em Massa | |
| | Méd |
| Chegada caminhão, contêiner / dia | 30 |

Fonte: Software Arena

As Figuras 29, 30, 31, 32, 33 e 34 são panoramas do modelo Arena que são baseados na Figura 27. Estes são as bases do modelo que determinam como as entidades movem-se ao longo do sistema.

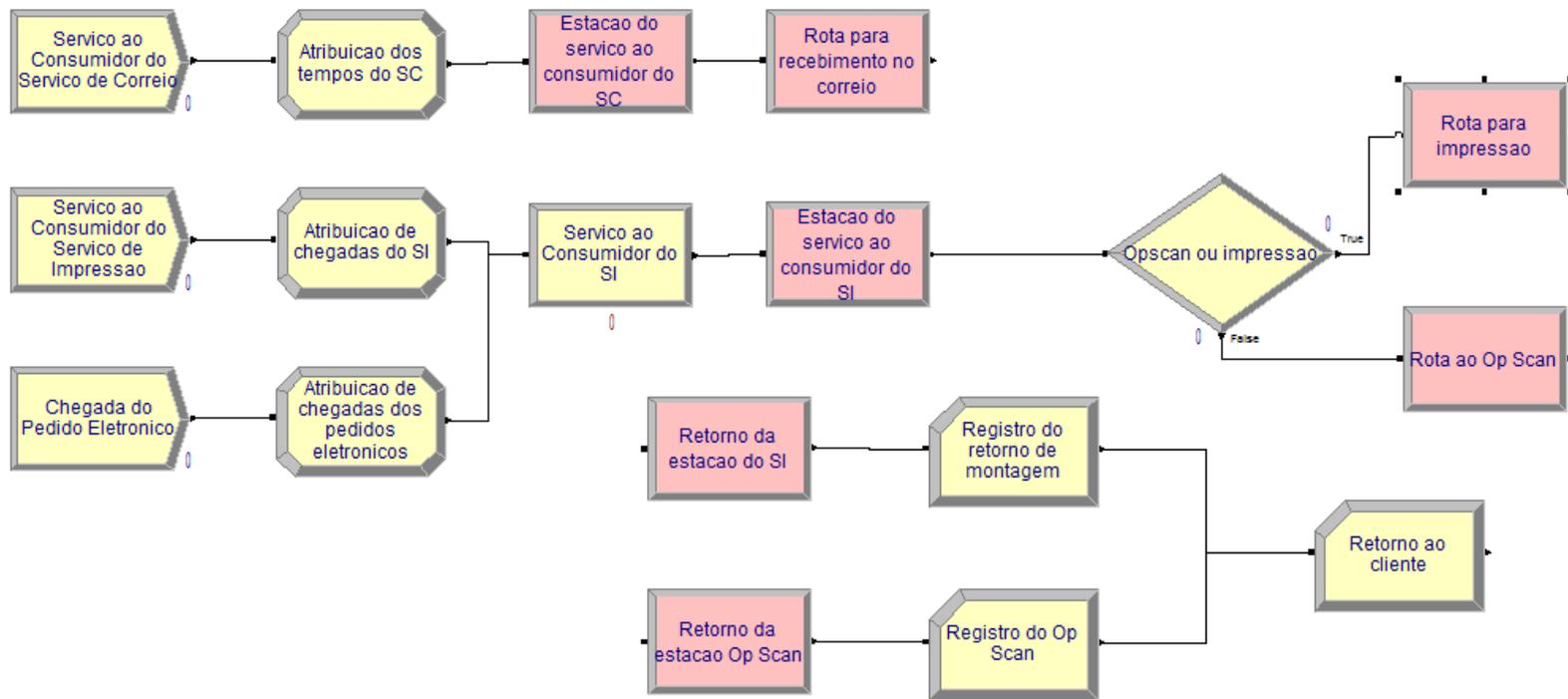


Figura 29- Fluxograma dos Serviços ao Consumidor

Fonte: A Autora

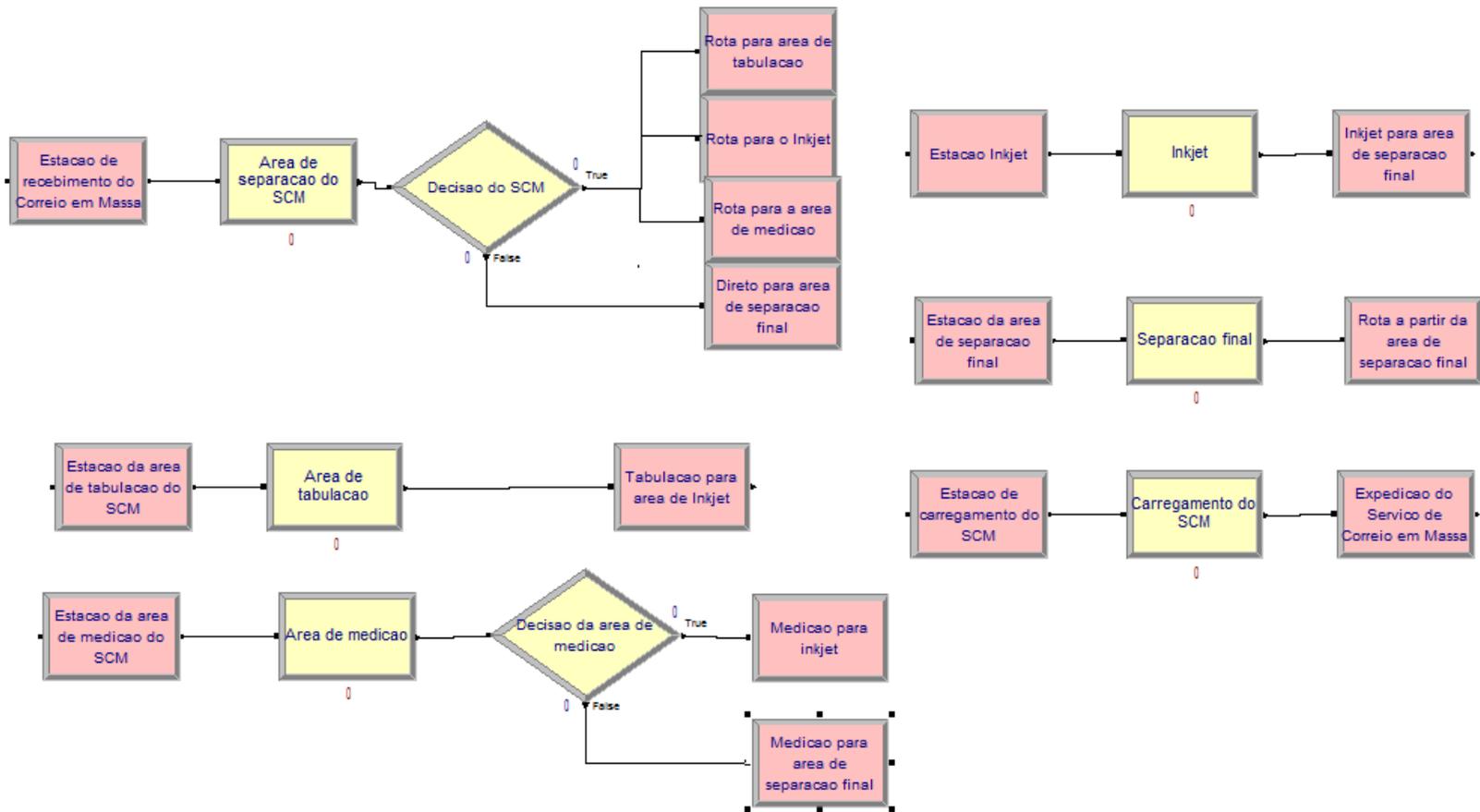


Figura 30- Fluxograma dos Serviços de Correio em Massa

Fonte: A Autora

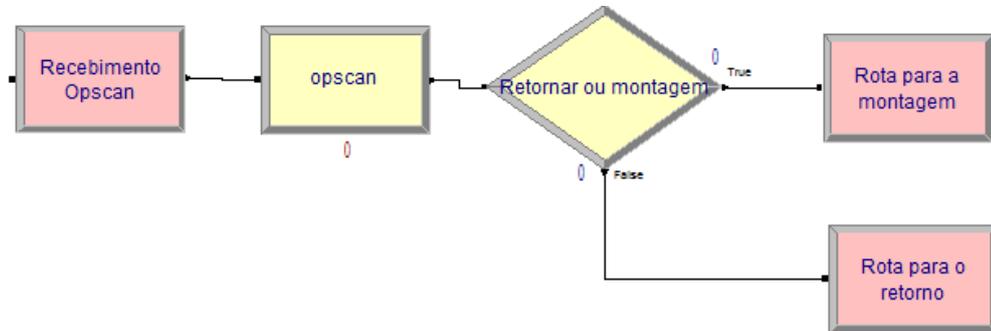


Figura 31- Fluxograma do Opscan

Fonte: A Autora

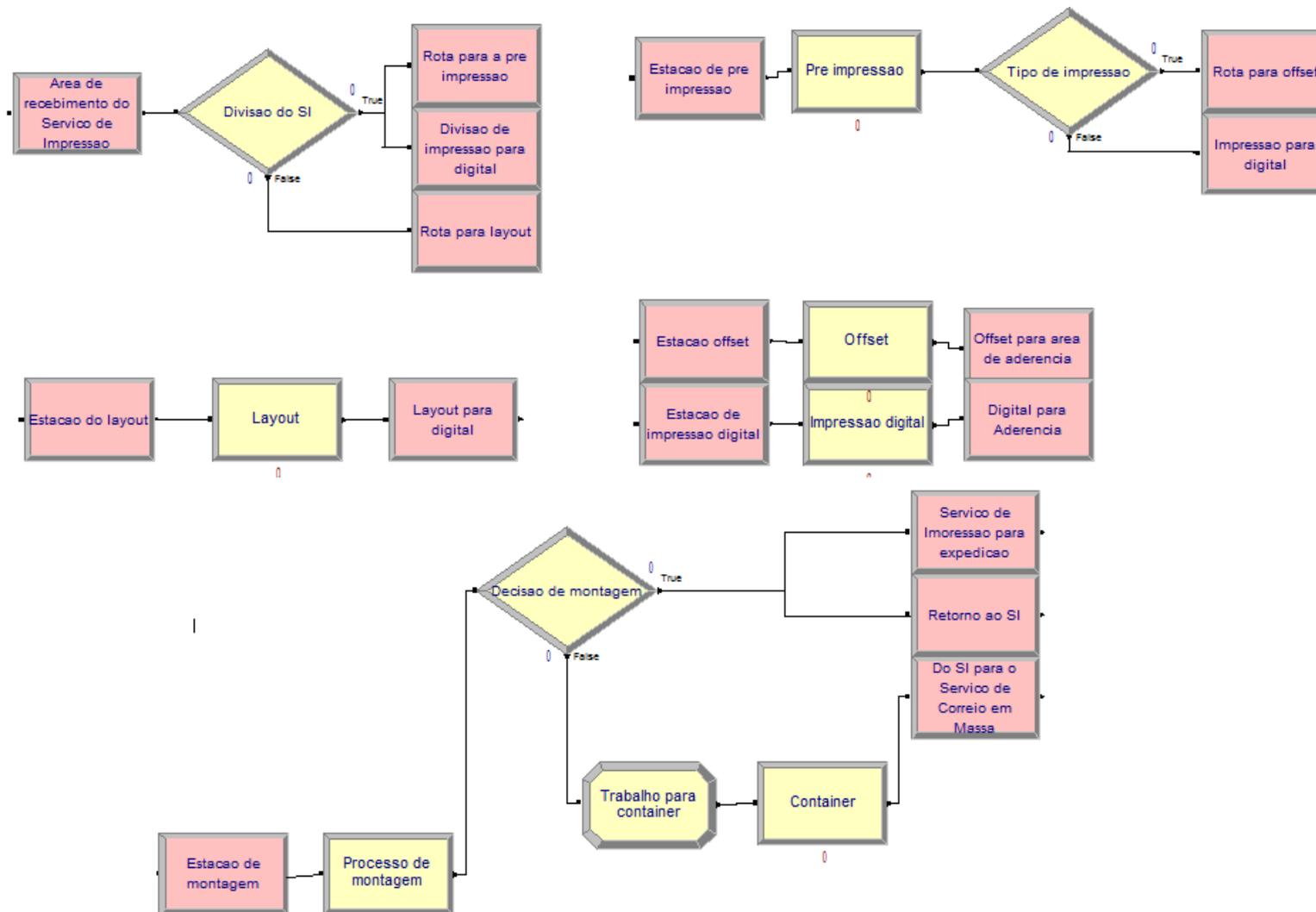


Figura 32- Fluxograma dos Serviços de Impressão
 Fonte: A Autora

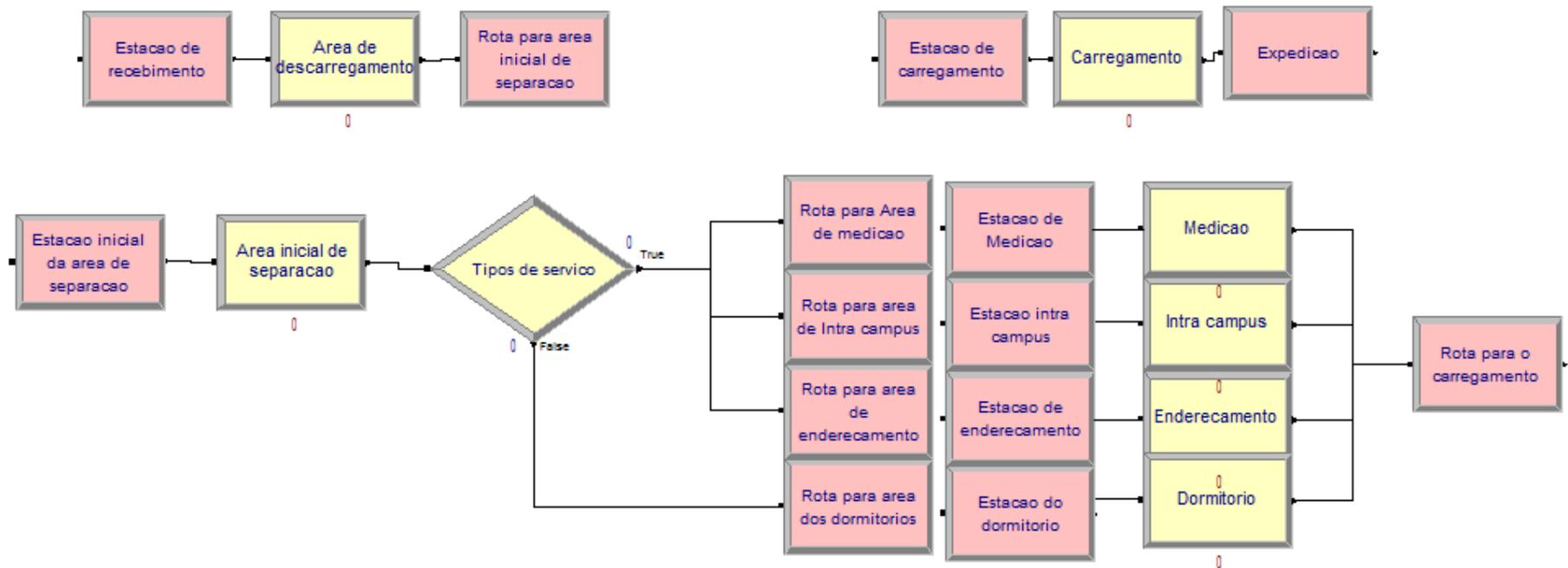


Figura 33- Fluxograma do Serviços de Correio

Fonte: A Autora

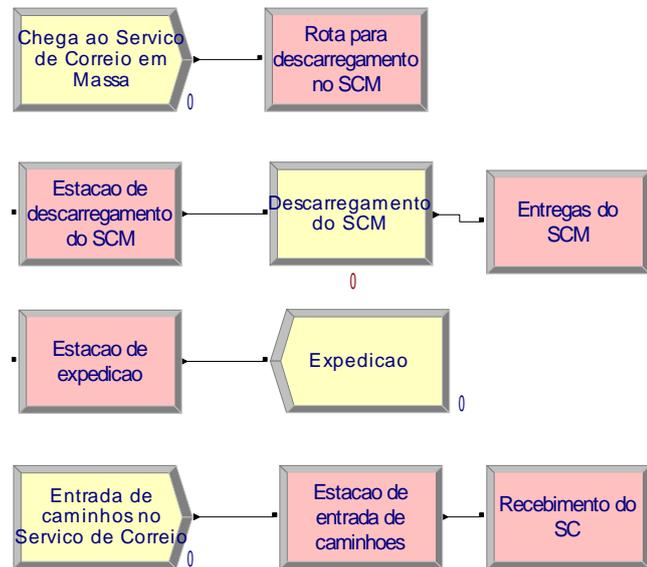


Figura 34- Fluxograma da Expedição

Fonte: A Autora

A Figura 35 ilustra uma animação do modelo de simulação. O desenho mostra o *layout* final com os departamentos e os recursos. As bolas vermelhas representam as entidades “trabalho” dos serviços de impressão, as bolas azuis ilustram os contêineres dos serviços de correio e as verdes representam os contêineres do correio em massa. As bolas acumuladas representam a formação de filas. Com a animação, é possível visualizar como os processos fluem no novo *layout* e analisar onde são as áreas mais congestionadas. Expedição e recebimento é a área mais congestionada.

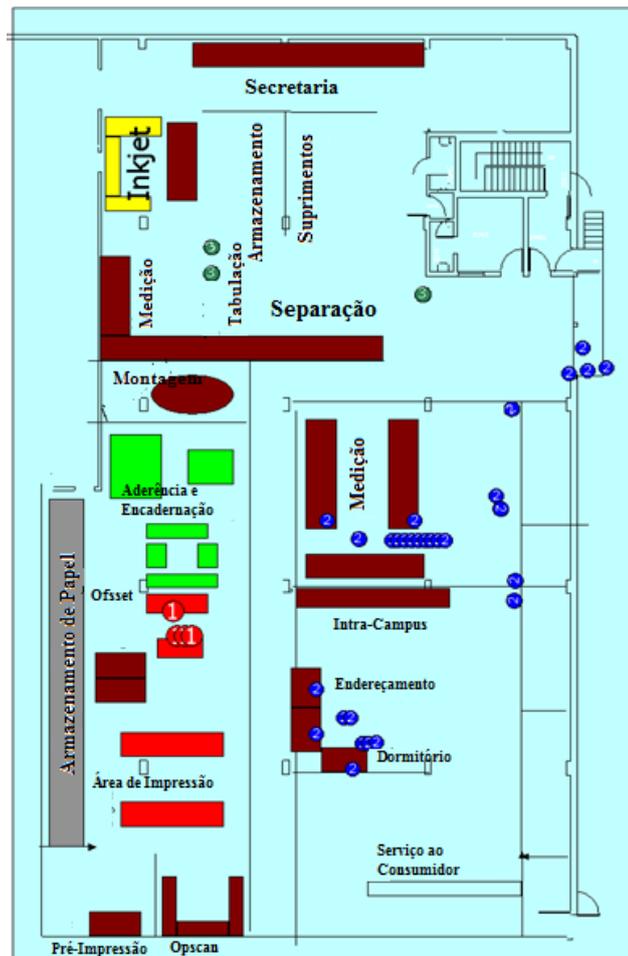


Figura 35- Animação do Modelo de Simulação

Fonte: J. MacGregor Smith

5.2 Resultados do Modelo de Simulação

Os tempos de fila são um dos fatores mais importantes na determinação da eficiência do modelo. Através deles, pode-se identificar os gargalos no sistema. Conforme Tabela 12, alguns destes tempos são menos de uma hora, o que significa que as entidades trabalho e contêiner estão sendo bem processadas. O ponto discrepante deste conjunto é o endereçamento. Esta é uma atividade sazonal realizada pelos serviços de correio durante as férias de verão e inverno. É normal que estes contêineres se acumulem durante semanas, por isso o tempo de fila é alto. Além do endereçamento, esta situação ocorre com a fila do offset, pois é um processo de impressão que leva uma média quarenta e cinco minutos para imprimir um trabalho. Mesmo

que haja esses dois pontos discrepantes, o *layout* não terá muitos gargalos e será executado de forma harmoniosa e eficiente.

Tabela 12-Tempos de fila do Modelo de Simulação

| Tempos de Fila (Em minutos) | | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Média | Meia Largura | Média Mínima | Média Máxima | Valor Mínimo | Valor Máximo |
| Área de Endereçamento | 21171.26 | 1,120.38 | 15451.05 | 27875.17 | 7913.45 | 35409.07 |
| Processo de Montagem | 12.6747 | 0.62 | 10.1075 | 16.5870 | 0.00 | 366.52 |
| Carregamento do Serviço de Correio em Massa | 0.0222 | 0.00 | 0.0192 | 0.0281 | 0.00 | 2.3914 |
| Descarregamento SCM | 0.0190 | 0.00 | 0.0138 | 0.0226 | 0.00 | 2.0882 |
| Área de medição do SCM | 0.0007 | 0.00 | 0.00 | 0.0074 | 0.00 | 1.1167 |
| Tabulação do SCM | | 0.01 | 0.3169 | 0.4874 | 0.00 | 11.7974 |
| Aderência e encadernação | 25.8159 | 2.02 | 16.5822 | 41.7544 | 0.00 | 552.49 |
| Impressão | 0.0773 | 0.01 | 0.0369 | 0.1348 | 0.00 | 23.6569 |
| Área do dormitório | 40.0731 | 1.51 | 32.7606 | 48.3208 | 0.00 | 379.03 |
| Área final de separação do SCM | 0.0389 | 0.00 | 0.0341 | 0.0450 | 0.00 | 1.9148 |
| Área inicial de separação do SCM | 2.8295 | 0.05 | 2.5626 | 3.1792 | 0.00 | 57.3099 |
| Área inicial de separação do SC | 0.4508 | 0.01 | 0.4019 | 0.5014 | 0.00 | 6.1413 |
| Área Inkjet | 0.2443 | 0.00 | 0.2163 | 0.2695 | 0.00 | 6.8126 |
| Intra Campus | 5.1097 | 0.11 | 4.5381 | 5.7115 | 0.00 | 52.2124 |
| Carregamento do SC | 0.2771 | 0.00 | 0.2672 | 0.2854 | 0.00 | 3.8154 |
| Medição do SC | 8.0949 | 0.15 | 7.3375 | 8.7162 | 0.00 | 59.1122 |
| Descarregamento do SC | 5.2234 | 0.09 | 4.6984 | 5.5966 | 0.00 | 42.5184 |
| Offset | 181.34 | 17.97 | 117.65 | 327.03 | 0.00 | 1445.97 |
| OpSCAN | 0.0073 | 0.00 | 0.00 | 0.0326 | 0.00 | 6.6638 |
| Pré-Impressão | 1.8940 | 0.10 | 1.4140 | 2.4899 | 0.00 | 96.0727 |
| Serviço ao consumidor do SI | 0.0239 | 0.00 | 0.0150 | 0.0465 | 0.00 | 7.1190 |
| Layout | 17.5622 | 1.26 | 10.6338 | 23.7608 | 0.00 | 305.77 |

Fonte: Software Arena

O número de unidades aguardando para serem processadas está intimamente relacionado com os tempos de fila e com os gargalos no sistema. Como pode ser visto na Tabela 13, a maioria dos números encontra-se abaixo de um, o que significa que em média as entidades trabalho e

contêiner são processadas imediatamente, sem esperar por muito tempo na fila. Os valores máximos representam os piores cenários. Estes números são, devido a grandes quantidades de contêineres que chegam ao mesmo tempo aos serviços de correio que os recebem, a maioria de manhã, e são processados ao longo do dia. Nos serviços de impressão, os valores máximos não se desviam tanto da média, pois sua carga de trabalho é mais constante ao longo do dia.

Tabela 13- Número de Unidades de Espera na Fila

| | | Número de Unidades de Espera na Fila (Trabalho ou Contêiner) | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | Média | Meia Largura | Média Mínima | Média Máxima | Valor Mínimo | Valor Máximo |
| Área de | Endereçamento | 136.20 | 8.40 | 88.0111 | 180.24 | 60.00 | 235.00 |
| Processo de | Montagem | 0.7878 | 0.04 | 0.6162 | 1.0363 | 0.00 | 23.0000 |
| Carregamento do | Serviço de Correio em Massa | 0.0018 | 0.00 | 0.0016 | 0.0023 | 0.00 | 2.0000 |
| Descarregamento | SCM | 0.0012 | 0.00 | 0.0008 | 0.0014 | 0.00 | 3.0000 |
| Área de medição do | SCM | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.0000 |
| Tabulação do | SCM | 0.0131 | 0.00 | 0.0106 | 0.0171 | 0.00 | 3.0000 |
| Aderência e | encadernação | 0.6885 | 0.06 | 0.4284 | 1.1380 | 0.00 | 18.0000 |
| Impressão | | 0.0027 | 0.00 | 0.0013 | 0.00475 | 0.00 | 5.0000 |
| Área do dormitório | | 0.3859 | 0.02 | 0.2979 | 0.4992 | 0.00 | 10.0000 |
| Área final de | separação do SCM | 0.0032 | 0.00 | 0.0028 | 0.0038 | 0.00 | 3.0000 |
| Área inicial de | separação do SCM | 0.2357 | 0.00 | 0.2109 | 0.2708 | 0.00 | 12.0000 |
| Área inicial de | separação do SC | 0.1454 | 0.00 | 0.1295 | 0.1627 | 0.00 | 8.0000 |
| Área Inkjet | | 0.01679 | 0.00 | 0.0143 | 0.0183 | 0.00 | 2.0000 |
| Intra Campus | | 0.5781 | 0.01 | 0.5057 | 0.6583 | 0.00 | 23.0000 |
| Carregamento do | SC | 0.0889 | 0.00 | 0.0862 | 0.0927 | 0.00 | 5.0000 |
| Medição do | SC | 1.5671 | 0.04 | 1.3994 | 1.7147 | 0.00 | 36.0000 |
| Descarregamento do | SC | 1.6640 | 0.03 | 1.4775 | 1.7869 | 0.00 | 57.0000 |
| Offset | | 3.2816 | 0.35 | 2.0222 | 6.1415 | 0.00 | 30.0000 |
| OpSCAN | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0002 | 0.00 | 2.0000 |
| Pré-Impressão | | 0.0857 | 0.00 | 0.0621 | 0.1130 | 0.00 | 8.0000 |
| Serviço ao consumidor | do SI | 0.0015 | 0.00 | 0.0009 | 0.0029 | 0.00 | 4.0000 |
| Layout | | 0.09 | 0.01 | 0.0549 | 0.1324 | 0.00 | 4.0000 |

Fonte: Software Arena

A porcentagem de utilização de recursos representa a capacidade que o recurso está sendo utilizado. Isto pode ser utilizado para prever falhas no sistema, se a capacidade aumentar. Conforme a Tabela 14, com exceção à estação do endereçamento, o maior percentual de utilização é o do offset em 80%. Isso significa que esta estação está operando a 80% de sua capacidade máxima e não é capaz de lidar com um grande aumento de postos de trabalho. No entanto, à medida que aumenta a quantidade de impressão digital, não há como prever um aumento na atividade que impulsiona esta utilização para mais de 100%. Porcentagens de utilização de todos os outros recursos são menores que 65%, o que implica na possibilidade de lidar com um aumento da capacidade se necessário. Estas explicações são mostradas no gráfico da Figura 36.

Tabela 14- Utilização de Recursos

| Utilização de Recursos (Porcentagem de Tempo de Uso) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Média | Meia Largura | Média Mínima | Média Máxima | Valor Mínimo | Valor Máximo |
| Máquina de montagem | 0.6203 | 0.01 | 0.5835 | 0.6578 | 0.00 | 1.0000 |
| Área inicial de separação do SCM | 0.3885 | 0.00 | 0.3763 | 0.3968 | 0.00 | 1.0000 |
| Descarregamento do SCM | 0.0467 | 0.00 | 0.0447 | 0.0485 | 0.00 | 1.0000 |
| Máquinas de aderência e encadernação | 0.6005 | 0.01 | 0.5679 | 0.6280 | 0.00 | 1.0000 |
| Serviço ao consumidor | 0.1530 | 0.00 | 0.1488 | 0.1583 | 0.00 | 1.0000 |
| Impressoras digitais | 0.1798 | 0.00 | 0.1677 | 0.1881 | 0.00 | 1.0000 |
| Área do dormitório | 0.4313 | 0.01 | 0.3962 | 0.4669 | 0.00 | 1.0000 |
| Área final de separação | 0.1457 | 0.00 | 0.1417 | 0.1497 | 0.00 | 1.0000 |
| Inkjet | 0.2063 | 0.00 | 0.1990 | 0.2110 | 0.00 | 1.0000 |
| Intra Campus | 0.2827 | 0.00 | 0.2753 | 0.2887 | 0.00 | 1.0000 |
| Carregamento | 0.2408 | 0.00 | 0.2363 | 0.2444 | 0.00 | 1.0000 |
| Endereçamento do SC | 1.0000 | 0.00 | 1.0000 | 1.0000 | 0.50 | 1.0000 |
| Área inicial de separação do SC | 0.2419 | 0.00 | 0.2376 | 0.2456 | 0.00 | 1.0000 |
| Descarregamento do SC | 0.2388 | 0.00 | 0.2346 | 0.2428 | 0.00 | 1.0000 |
| Área de medição do SC | 0.3226 | 0.00 | 0.3155 | 0.3307 | 0.00 | 1.0000 |
| Área de medição do SCM | 0.0122 | 0.00 | 0.0104 | 0.0135 | 0.00 | 1.0000 |
| Máquina Offset | 0.8083 | 0.01 | 0.7603 | 0.8990 | 0.00 | 1.0000 |
| Máquina OpSCAN | 0.03734 | 0.00 | 0.0342 | 0.0399 | 0.00 | 1.0000 |
| Pré-impressão recurso | 0.3372 | 0.00 | 0.3152 | 0.3604 | 0.00 | 1.0000 |
| Tabulação máquina | 0.2005 | 0.00 | 0.1939 | 0.2119 | 0.00 | 1.0000 |
| Layout recurso | 0.3456 | 0.01 | 0.3094 | 0.3784 | 0.00 | 1.0000 |

Fonte: Software Arena

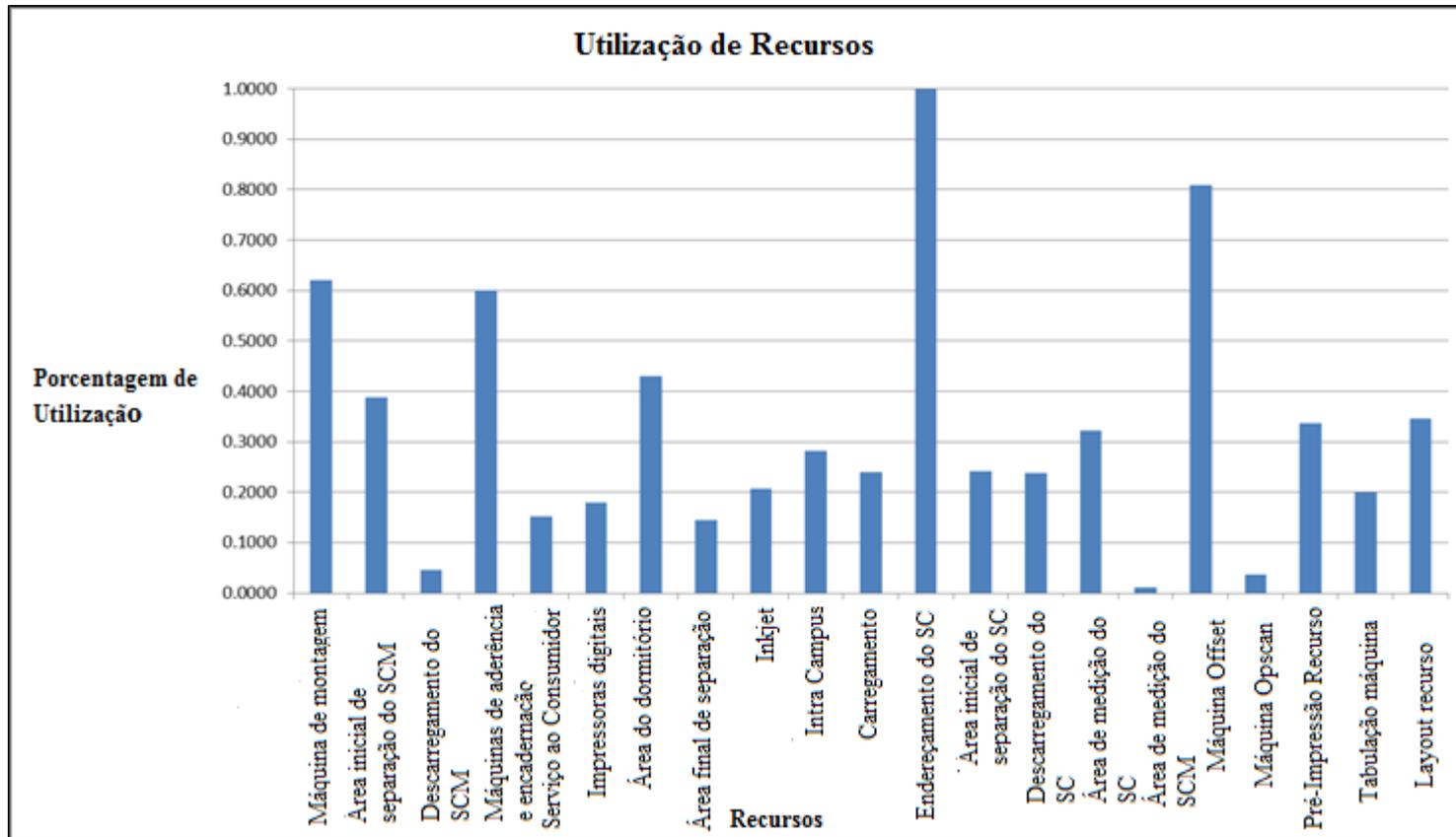


Figura 36- Gráfico de Utilização de Recursos

Fonte: Software Arena

Os tempos do ciclo, conforme Tabela 15, são o resultado final do modelo, pois representam o momento em que a entidade está no novo local do início ao fim. A partir desses números, sabe-se que a média do trabalho no *opscan* leva 17,35 minutos para ficar completa e um trabalho de impressão leva em média menos de três horas para ser concluído. Esses números mostram que os sistemas existentes e do novo *layout* são eficientes e que o modelo é preciso.

Tabela 15- Tempos de Ciclo do Modelo de Simulação

| Tempos de ciclo (Tempo Total do Sistema) Minutos | | | | |
|---|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Intervalo | | | | |
| | Média | Meia Largura | Média Mínima | Média Máxima |
| Chegada no Serviço de Impressão | 171.96 | 6.83 | 141.62 | 213.37 |
| Recebimento no SI | 169.63 | 5.76 | 146.23 | 213.33 |
| Chegada ao Opscan | 17.35 | 0.19 | 16.35 | 18.85 |
| Expedição do Serviço de Correio | 361.18 | 17.59 | 270.27 | 462.51 |
| Expedição do Serviço de Correio em Massa | 62.53 | 1.51 | 55.36 | 72.09 |

Fonte: Software Arena

5.3 Experimentos Adicionais

Depois de completo o modelo para a representação das condições atuais das três áreas, foram realizados experimentos adicionais a fim de determinar o quanto o aumento da carga de trabalho do sistema seria capaz de lidar. Foram rodados dois experimentos com um aumento na capacidade de 10% e 20% ao longo das presentes condições. Os resultados destas experiências estão representados na Tabela 16.

Tabela 16- Resultados de Experimentos Adicionais

| Medidas de Desempenho | | | |
|---|-----------------|------------|------------|
| Tempos de Ciclos (em Minutos) | Presente | 10% | 20% |
| Retorno ao Serviços de Impressão | 171.96 | 248.72 | 545.00 |
| Expedição Serviços de Impressão | 169.63 | 248.11 | 535.86 |
| Expedição Serviços de Correio | 361.18 | 392.04 | 432.12 |
| Expedição Serviços de Correio em Massa | 62.5365 | 82.1984 | 151.10 |
| Utilização de Recursos | Presente | 10% | 20% |
| Máquina Offset | 0.8083 | 0.8982 | 0.9702 |
| Máquina Montagem | 0.6203 | 0.6869 | 0.7456 |
| Máquinas Aderência e Encadernação | 0.6005 | 0.6659 | 0.7243 |
| Área do Dormitório | 0.4313 | 0.4659 | 0.4955 |
| Área de tabulação | 0.2005 | 0.2211 | 0.2461 |
| Tempo de Fila (em Minutos) | Presente | 10% | 20% |
| Área de Endereçamento | 21171.26 | 24725.14 | 28853.21 |
| Processo de Montagem | 12.6747 | 18.3126 | 25.3213 |
| Aderência e Encadernação | 25.8159 | 36.0671 | 49.0795 |
| Área do Dormitório | 40.0731 | 45.0092 | 49.6491 |
| Variável Layout | 17.5622 | 21.3931 | 23.8073 |
| Número de Fila (Trabalho ou Contêiner) | Presente | 10% | 20% |
| Área de Endereçamento | 136.2 | 169.69 | 214.32 |
| Processo de Montagem | 0.7878 | 1.2542 | 1.8911 |
| Aderência e Encadernação | 0.6885 | 1.0597 | 1.5804 |
| Área do Dormitório | 0.3859 | 0.4682 | 0.5498 |
| Variável Layout | 0.0942 | 0.1258 | 0.1503 |

Fonte: Software Arena

Os gráficos das Figuras 37, 38, 39 e 40 a seguir são baseados na Tabela 16.

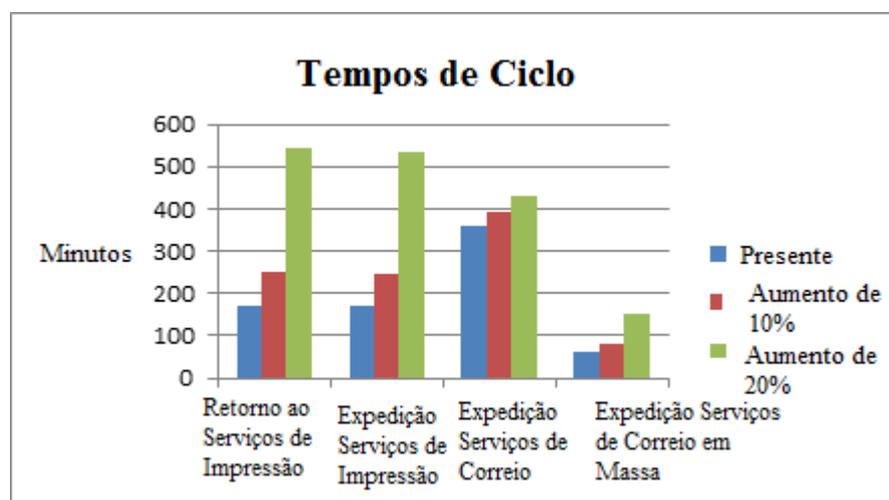


Figura 37- Gráfico dos Tempos de Ciclo

Fonte: Software Arena

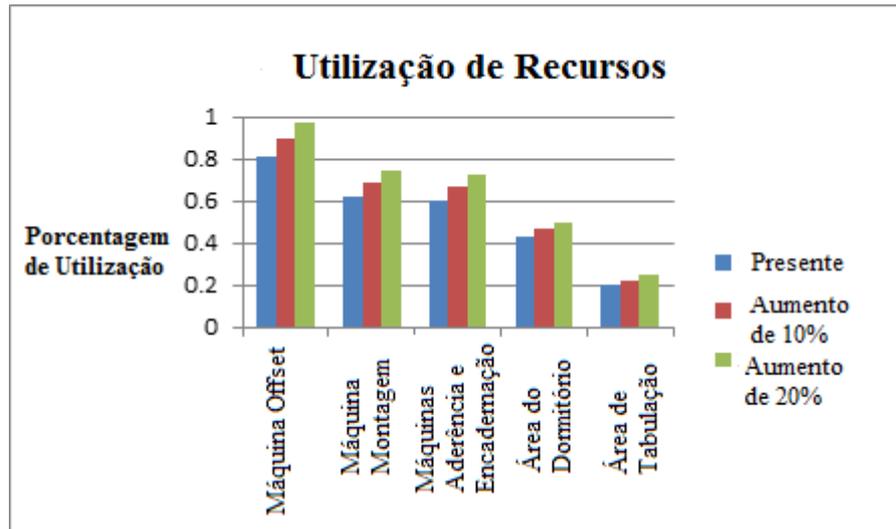


Figura 38- Gráfico de Utilização de Recursos

Fonte: Software Arena

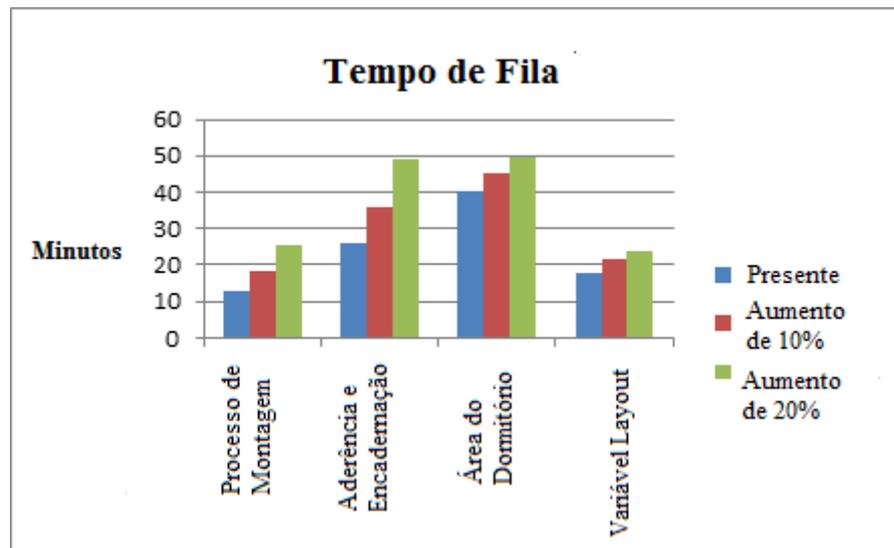


Figura 39- Gráfico de Tempo de Fila

Fonte: Software Arena

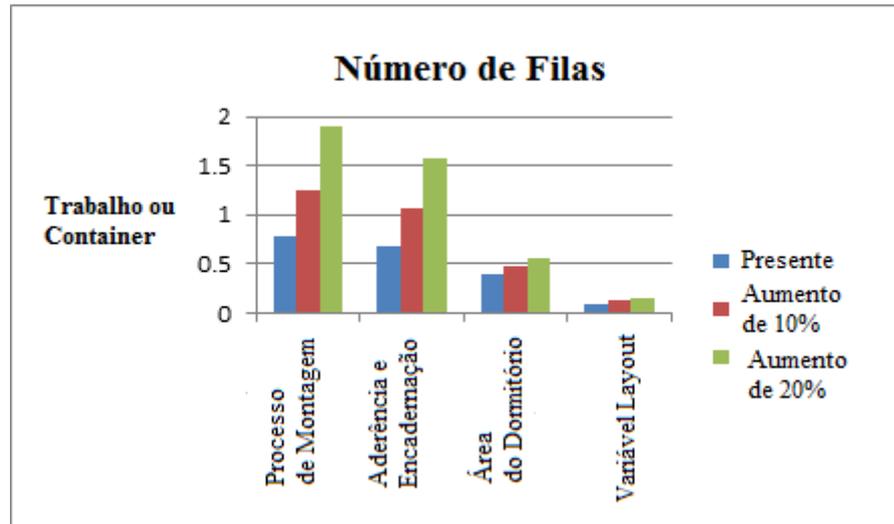


Figura 40- Gráfico de Número em Fila

Fonte: Software Arena

Depois destas duas experiências, os tempos de ciclo aumentaram em um máximo de 45% e 217%, respectivamente. Além disso, as estações no gráfico de utilização aumentaram em cada experiência. A estação offset tem a maior utilização, o que significa a capacidade máxima do sistema. Com o aumento da capacidade em 10%, a utilização da área offset aumentou para 90% e com um aumento da capacidade para 20%, aumentou para 97%. Isto é quase 100%, assim conclui-se que o aumento de capacidade para 20% é o máximo que o sistema é capaz de suportar sem espaço adicional, pessoal e de recursos de equipamento.

6 CONCLUSÃO

Neste capítulo será realizado o encerramento desta pesquisa. Logo, está dividida em seções que serão apresentadas as contribuições, limitações do trabalho e proposta de trabalhos futuros.

6.1 Contribuições

Com os diagramas de relacionamento e as entrevistas feitas aos diretores foi possível criar o *layout* final, já que estes eram um dos pré-requisitos para a elaboração de um arranjo físico que pudesse comportar as novas demandas, espaço requerido, redução de custos e melhorias no geral. Com a simulação do *layout* no Arena, determinou-se que o novo arranjo é eficaz em lidar com o processo de fluxo no sistema e também, é possível aumentar a eficiência, diminuindo o transporte desnecessário entre os três serviços. O sistema é capaz de lidar com um aumento da capacidade em até 20%, se necessário, sem gargalos ou uso excessivo.

Portanto, foi atingido os objetivos específicos em que consistiu em analisar os processos produtivos, propor melhorias que foi a criação do *layout* final e assim usar a sua aplicação o qual foi o modelo final de simulação em que foi aprovado pelos diretores.

6.2 Limitações do Trabalho

Ao longo do trabalho houve dificuldade no modelo de simulação, pois alguns dados foram difíceis de serem obtidos, assim como na montagem dos processos utilizados.

6.3 Proposta de Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, propõe-se a construção do *layout* no novo espaço consolidado para os três serviços e o treinamento da equipe pela metodologia do *cross-training*.

7 REFERÊNCIAS

ANTON, C. I.; EIDELWEIN, H.; DIEDRICH, H. Proposta de Melhoria no *Layout* da Produção de uma Empresa do Vale do Taquari. **Lajeado**, Rio Grande do Sul, n.3, 2012. Disponível em: < <http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/viewFile/287/230>>. Acesso em: 08 out. 2015.

ASHKENAS, R. **Simplemente Eficaz: Como Driblar a Complexidade na sua Organização e Concluir Tarefas em Tempo Hábil**. São Paulo: DVS Editora, 2011.

BANKS, Jerry. **Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice**. John Wiley & Sons, Inc, 1998.

BOKHORST, Jos. **Shop Floor Design: Layout, investments, cross-training, and labor allocation**. 2005. Tese PHD- Groningen, Holanda.

BORBA, Mirna de. **Arranjo Físico**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em: < www.feg.unesp.br>. Acesso em 23 set. 2015.

CAMAROTTO, João Alberto. **Estudo das Relações entre o Projeto do Edifício Industrial e a Gestão da Produção**. 1998. Tese- Doutorado- FAU/USP, São Paulo.

COELHO, P. S.; SILVA, R. N. S. da. Um Estudo Exploratório sobre as Metodologias Empregadas em Pesquisas na Área de Contabilidade no EnANPAD. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, ano 04, n. 8, jul-dez. 2007. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/5056/4591>> Acesso em: 11 out. 2015.

DAY, D. V.; GRONN, P.; SALAS, E. Leadership Capacity in Teams. **Elsevier**, Estados Unidos, 2004. Disponível em: < <https://sciencedirect.com>>. Acesso em 10 out. 2015. Faculty of Social and Behavioural Sciences

DUTRA, I. **Integrando Arranjo Físico e Fluxo de Materiais: Estudo de Caso em uma Empresa Aparista de Papel**. Juiz de Fora, 2008. Disponível em:<<http://www.ufjf.br/ep/informacoes-epd/trabalhos/banco-de-tccs/tccs-2008-1/>>. Acesso em: 27 set. 2015.

ELAM, M et al. Process Improvement using Arena Simulation Software. **International Journal of Business, Marketing and Decision Sciences**. Spring, 2011

EVANGELISTA, A.A et al. O Impacto da Eficiência do Planejamento e Controle de Produção (PCP) como um Fator de Competitividade: Um Estudo de Caso em uma Empresa de Médio Porte. **INGEPRO**, Rio Grande do Sul, n. 7, jul. 2011. Disponível em: < <http://www.ingepro.com.br>>. Acesso em: 21 set. 2015.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA. S.T.; **Métodos de Pesquisa**. Santa Catarina: Série Educação a Distância, 2009.

GUELBERT, M. **Estratégia de Gestão de Processos e da Qualidade**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2012.

HEIM, Joseph. A.; COMPTON, W. DALE. **Manufacturing Systems: Foundations of World-Class Practice**. Washington: National Academy Press, 1992.

JACKA, J. M.; KELLER, P.J. **Business Process Mapping: Improving Customer Satisfaction**. Nova Jersey: Willey, 2009.

JACOBS, F.,Robert; CHASE, Richard. **Administração de Operações e da Cadeia de Suprimentos**. AMGH Editora LTDA, 2012.

JIANG, H. Research on Cross Training. International Conference on Management and Engineering. China, 2014, p. 1539.

MALLICK, R. W.; GAUDREAU, A. T. **Plant Layout: Planning and Practice**. Wisconsin: John Wiley & Sons, Inc, 1951.

MARTINS, Petrônio, G.; LAUGENI, Fernando, P. **Administração da Produção**. Editora Saraiva, 2005.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, A.R. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

RASKER, P.C. **Communication and Performance in Teams**. 2002. Tese PhD- Faculty of Social and Behavioural Sciences, Amsterdam.

RRED, R. **Plant Layout: Factors, Principles and Techniques**. Michigan: Richard D. Irwin, Inc, 1961.

SHARMA, P.C. **A Textbook of Production Engineering**. Nova Délo: S. Chand, 1982.

SHIVANAND, H. K.; BENAL. M. M.; KOTI, V. **Flexible Manufacturing System**. Bangalore: New Age International, 2006.

SILVA, I. J. M. O Planejamento Sistemático do Leiaute Administrativo. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, n.04, out-dez. 1983. Disponível em:<<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/10635/9623>>. Acesso em: 23 set. 2015.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

SLACK, Nigel et al. **Gerenciamento de Operações e de Processos: Princípios e Práticas de Impacto Estratégico**. São Paulo: Editora Bookman, 2013.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1999.

YANG, T.; SU, C. T.; HSU, Y. R. Systematic *Layout* Planning: A Study on Semiconductor Wafer Fabrication Facilities. **International Journal of Operations & Production Management**, Inglaterra, out. 2000. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/01443570010348299>>. Acesso em: 23 set. 2015.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. São Paulo: Editora Bookman, 2004.