

Caracterização de uma metodologia para a elaboração de *layouts*

Steffan Macali Werner (Universidade Federal de Santa Catarina) steffan_m_w@yahoo.com.br
José Roberto de Barros Filho, Dr. (Universidade do Sul de Santa Catarina) jose.barros@unisul.br

Resumo:

O *layout* é a forma pelo qual os recursos transformadores ou setores estão dispostos em uma determinada área. Um bom *layout* proporciona o aproveitamento correto de uma área, assim como a minimização de custos de movimentação e manuseio, agindo como diferenciais estratégicos muito importantes para a empresa, impactando diretamente em seus resultados. O presente trabalho tem o objetivo de caracterizar uma metodologia para elaboração de *layout*. Para tanto, realizou-se levantamentos bibliográficos, abordando as metodologias para elaboração de *layouts* e tipos de *layouts*. Como resultado foi caracterizado um framework com as etapas com suas respectivas ferramentas para elaboração de *layouts*.

Palavras chave: *Layout*; metodologia; ferramentas.

Characterization of a methodology for the elaboration of layouts

Abstract

The layout is the form which the transformer resources or sectors are disposed in a certain area. A good layout provides the correct use of an area, even as minimizing the costs of moving and handling, acting as a very important strategic advantage for the corporation, influencing directly on their results. This research aims to describe a methodology for elaboration of layout. For this, have been performed bibliographic surveys, addressing the methodologies for elaboration of layouts and types of layouts. As a result, a framework was characterized with the steps and respective tools to elaboration of layouts.

Key-words: Layout; Methodology; Tools.

1. Introdução

A distribuição física dos recursos transformadores ou setores de uma determinada área é denominada *layout*. O *layout* para Davis, Aquilano e Chase (2001) é chamado de “Leiaute” e para Slack, Chambers e Johnston (2009) é chamado de “Arranjo Físico”. Para o mesmo, são consideradas as dimensões e restrições dos equipamentos e de mobiliário, assim como aberturas, áreas de trabalho e de manutenção.

O *layout* tem grande impacto na otimização do fluxo de processos, por este motivo demanda tanta importância. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) um bom *layout* traz os seguintes benefícios: segurança; correto posicionamento de equipamentos; clareza de fluxo; conforto para os funcionários; facilidade na coordenação gerencial; e acessibilidade.

Em uma organização, o *layout* pode trazer uma série de benefícios tanto produtivos quanto financeiros, com a correta utilização das áreas disponíveis com fluxos definidos e posicionamento correto de homens e máquinas traz grandes ganhos na competitividade.

Para Corrêa e Corrêa (2005), o arranjo físico é uma decisão importante da estratégia de operação para alcançar desempenhos competitivos desejáveis.

Hoje é possível encontrar várias metodologias para a elaboração de um *layout* em bibliografias, porém, não há uma forma de escolha da metodologia que melhor se adeque a realidade da organização.

Este trabalho embasa-se na pesquisa e resultados obtidos no trabalho de conclusão de curso para obtenção do grau de bacharelado em engenharia de produção de Werner (2014).

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar uma metodologia para elaboração de *layouts*, através do levantamento e análise das principais metodologias e ferramentas aplicadas a *layouts*.

2. Layout e sua classificação

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), o *layout* além de trazer implicações táticas e estratégicas, tem suas características fundamentais determinadas por suas operações, conforme matriz de processo-produto, podendo trazer diversos benefícios. Conforme os autores, os *layouts* são subdivididos em quatro tipos básicos: por processo, por projeto ou *job shop*; por produto; híbrido; e de posição fixa.

Já Slack, Chambers e Johnston (2009) nomeiam os tipos de *layout* da seguinte forma: *layout* posicional; *layout* funcional; *layout* por produto; *layout* celular; e *layout* misto. Os *layouts* são classificados conforme segue:

- a) O *layout* posicional também é dito como *layout* de posição fixa para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) e Davis, Aquilano e Chase (2001). Como definição os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).
- b) *Layout* funcional, também descrito como *layout* por processo por Martins e Laugeni (2000) e Moreira (1993). Para Davis, Aquilano e Chase (2001), também nomeado de *job shop*. Consiste em um modelo de *layout* onde os equipamentos ficam agrupados de acordo com a atividade que desempenham.
- c) *Layout* por produto, também nomeado *layout* em linha por Slack, Chambers e Johnston (2009) e Martins e Laugeni (2000) ou *layout* de fluxo para Davis, Aquilano e Chase (2001), busca a melhor fluência do produto pelo processo.
- d) *Layout* celular também recebe o nome de Tecnologia de Grupo - GT (*Group Technology*), conforme Corrêa e Corrêa (2005) e Davis, Aquilano e Chase (2001). Definido como o centro das operações, consistindo em agrupar em um local equipamentos para a produção de um produto inteiro (MARTINS; LAUGENI, 2000). Para Corrêa e Corrêa (2005) e Davis, Aquilano e Chase (2001), consiste em um agrupamento de equipamento para o processamento de produtos com etapas similares.
- e) *Layout* misto objetiva utilizar o melhor método de arranjo físico para cada operação, sendo assim pode-se verificar diferentes tipos de *layout* dentro de uma mesma planta, podendo interagir diretamente ou não. Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009)

Além destas, há a revisão de um *layout* existente que é conhecida como rearranjo físico segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), para Heragu (2006) esta prática é denominada de *re-layout*. Esta técnica objetiva otimizar ou reorganizar um ambiente já existente.

3. Metodologia

Pela perspectiva de Gil (2010) a classificação é uma tendência humana, para tanto, descreve que o entendimento da pesquisa proporciona maior racionalidade as etapas, podendo assim realiza-las em menor tempo. Contemplando a classificação Gil (2010) argumenta que as pesquisas podem ser classificadas segundo seus objetivos principais em: exploratória, descritiva

e explicativa.

Neste contexto, este trabalho pode ser classificado como pesquisa exploratória, pois visa o aprofundamento de metodologias de *layouts*, voltado para a aplicação industrial, assim classificada quanto a finalidade de pesquisa aplicada. (GIL, 2010). O desenvolvimento do trabalho segue a sequência das seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico conceitual do tema abordado;
- b) levantamento das metodologias e ferramentas disponíveis;
- c) análise das metodologias levantadas;
- d) comparação e relação entre metodologias;
- e) seleção de melhor metodologia ou melhor sequência de etapas à ser seguida.
- f) conclusão e recomendações

4. FERRAMENTAS PARA LAYOUT

As ferramentas para elaboração de *layouts* são segregadas em metodologias e softwares ou algoritmos que auxiliam na elaboração de *layouts*. Segundo Heerdt (2007) a metodologia é entendida como processo sistemático, lógico e coerente dos métodos e técnicas empregadas.

4.1. Immer's

A metodologia Immer é difundida seguindo seu plano sistemático de 3 etapas conforme Hiregoudar e Reddy (2007) e Immer (1950) em:

- a) pôr o problema no papel, nesta etapa esboçar o projeto evidencia seus problemas e detalhes, facilitando as alterações;
- b) mostrar linhas de fluxo, consiste em analisar e estabelecer o fluxo dos processos, esta etapa é volumosa e consiste em uma parte considerável da produção da planta. Com as informações adequadamente levantadas é possível, nesta etapa, poupar o tempo do desenvolvedor do *layout*.
- c) converter linhas de fluxo em linhas de produção, nesta etapa utiliza-se modelos em escala das máquinas e *conveyors*, para visualização das linhas externas da máquina, os espaços livres e de trabalho.

4.2. Nadler's Ideal System Approach

O modelo que é levantado por Nadler (1963) contém 3 níveis, sendo eles descritos como: sistema ideal teórico; sistema ideal final; e sistema tecnologicamente viável. Para estes níveis ainda discorre sobre os 10 passos básicos para a aplicação do projeto de trabalho, estes passos são citados a seguir:

- 1. Função determinação;
- 2. Desenvolvimento do sistema ideal;
- 3. Coleta de informações;
- 4. Sugestões de sistemas alternativos;
- 5. Seleção da solução viável;
- 6. Formular o Sistema de Trabalho;
- 7. Revisão do projeto de trabalho;
- 8. Testar o projeto de trabalho;

9. Instalação do sistema de trabalho e métodos; e

10. Critério de desempenho estabelecidos

Nadler (1963) ainda descreve que as linhas de divisão entre as etapas não são claras, dependendo a atividade, podem ocorrer tarefas em paralelo, tarefas que terão de ser passadas para a frente ou ainda são omitidas.

4.3. SLP - *Systematic Layout Planning*

O SLP (*Systematic Layout Planning*, podendo ser traduzido como planejamento sistemático de *layout*), é um sistema desenvolvido por Richard Muther (1978). O SLP contempla 4 fases distintas, que são apresentadas a seguir:

Fase I - localização: define a área onde será instalado o *layout*, podendo ser uma área existente no caso de re-*layout* ou ser uma nova área;

Fase II - arranjo físico geral: fase de elaboração do macro *layout* ou *layout*, também denominado *layout* de blocos, apenas estabelece a inter-relação dos setores;

Fase III - arranjo físico detalhado: consiste no posicionamento específico dos equipamentos em cada setor, como resultado apresenta uma planta baixa ou maquete;

Fase IV - implantação: faz para executar o planejado alocando equipamentos em locais específicos previamente atribuídos.

Sendo que para a fase II e III é atribuído um procedimento utilizando 9 etapas distintas conforme Figura 1, que estas etapas são descritas na sequência:

1. O Fluxo de Materiais consiste na sequência de movimentação dos materiais, buscando medir a intensidade de fluxo de materiais pelo sistema assim como evitar contra fluxos.

2. Inter-relação de atividades, este tópico não busca enfatizar a inter-relação promovida pelo fluxo produtivo e sim pelos setores de suporte auxiliares, tais como manutenção, escritório, sanitários entre outros.

3. Diagrama de inter-relação, objetiva integrar as informações do item 1 e 2, elaborando um diagrama propriamente dito. O diagrama torna visíveis as informações de movimentação entre setores, para tanto utilizando os padrões de símbolos.

4. Espaço necessário, esta etapa consiste no levantamento da área requisitada, isto é, pode ser realizado através da folha de dados de equipamentos e máquinas, documento onde estão disponíveis as principais informações dos itens pertinentes ao *layout*.

5. O espaço disponível é levantado mediante as condições de espaços existentes. As limitações de espaço podem ser diretamente com relação ao espaço total necessário ou ainda a distribuição do espaço disponível, no caso de andares. Nesta etapa é feita a análise e balanceamento entre o espaço necessário e o espaço disponível para adequações.

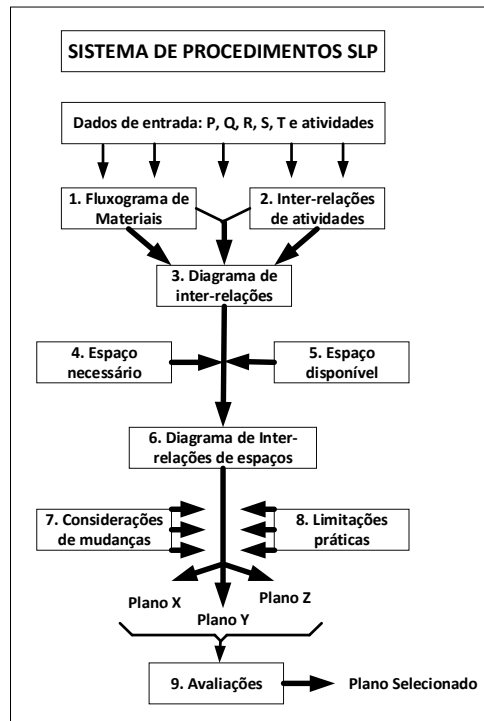
6. Na etapa do diagrama de inter-relação de espaços, são agregadas as informações da etapa 3, o diagrama de inter-relação, com os espaços balanceados resultantes dos itens 4 e 5. Substituindo a simbologia dos setores por seus respectivos espaços de alocação, novamente fazendo adequações e melhorias.

7. As considerações de mudanças retratam os planos de melhorias ou sugestões para melhoria de pontos específicos do *layout*, para exemplificar pode ser citado áreas como: métodos de manuseio de materiais; recursos de armazenamento; e necessidade de pessoal.

8. Limitações práticas é a etapa que relaciona as restrições, tanto em questão de áreas, quanto

de equipamentos, fluxos, normas entre outros itens.

9. Avaliação, esta etapa busca a seleção de melhor alternativa de *layout*, podendo ser realizado mediante vantagens e desvantagens, avaliação de custos e avaliação de fatores ponderados (fatores não mensuráveis financeiramente).



Fonte: Adaptado de Muther (1978)
Figura 1 – Sistema de Procedimentos SLP

4.4. APLP - Apple's Plant Layout Procedure

A metodologia proposta por Apple conforme Tompkins (2010) e Hiregoudar e Reddy (2007), é composta por 20 etapas, sendo elas:

1. Procurar as informações básicas;
2. Analisar as informações básicas;
3. Desenhar o processo produtivo;
4. Planejar o fluxo padrão de materiais;
5. Considerar o fluxo geral de materiais;
6. Calcular equipamentos necessários;
7. Esboçar as estações de trabalhos individuais;
8. Selecionar equipamentos específicos para movimentação de materiais;
9. Coordenar grupos de operações relacionadas;
10. Esboçar inter-relacionamento entre atividade;
11. Dimensionar estoque;
12. Esboçar atividades de serviços e auxiliares;
13. Dimensionar áreas;

14. Alocar atividades para espaço total;
15. Considerar tipos de construção;
16. Construir o macro *layout*;
17. Validar, ajustar e checar o *layout* com pessoas apropriadas;
18. Obter aprovação;
19. Instalar *layout*; e
20. Acompanhar implementação do *layout*.

4.5. RPLP - Reed's Plant Layout Procedure

A metodologia Reed é difundida seguindo seu plano sistemático de 10 etapas conforme Tompkins (2010), Hiregoudar e Reddy (2007) e Ruddell Reed Jr. (1961), estas etapas são:

1. Análise do produto ou produtos a serem processados;
2. Determinar o processo requerido para a manufatura do produto;
3. Preparar mapeamento do *layout* (*Layout Planning Chart*);
4. Determinar locais de trabalho;
5. Análise da área de armazenamento;
6. Estabelecer largura de corredores;

Com as informações da área de produção o *layout* pode ser preparado. Porém estas áreas sozinhas não fazem uma planta e deve-se considerar mais 4 itens.

7. Estabelecimento dos requisitos de escritórios;
8. Considerar instalação de pessoal e serviços;
9. Inspeccionar planta de serviços; e
10. Providencias para expansões futuras.

Quando as etapas são seguidas, sendo elas avaliadas e validadas, o *layout* pode ser realizado. Muitas vezes o design do *layout* é limitado a uma área definida. Segundo Ruddell Reed Jr. (1961), a eficiência é mensurada com a habilidade de realizar a produção desejada com o mínimo de custo, sendo este rapidamente recuperado, complementando com o fato de planejar e agendar as mudanças com o mínimo de interferência nas operações durante a transição.

4.6. Softwares e algoritmos

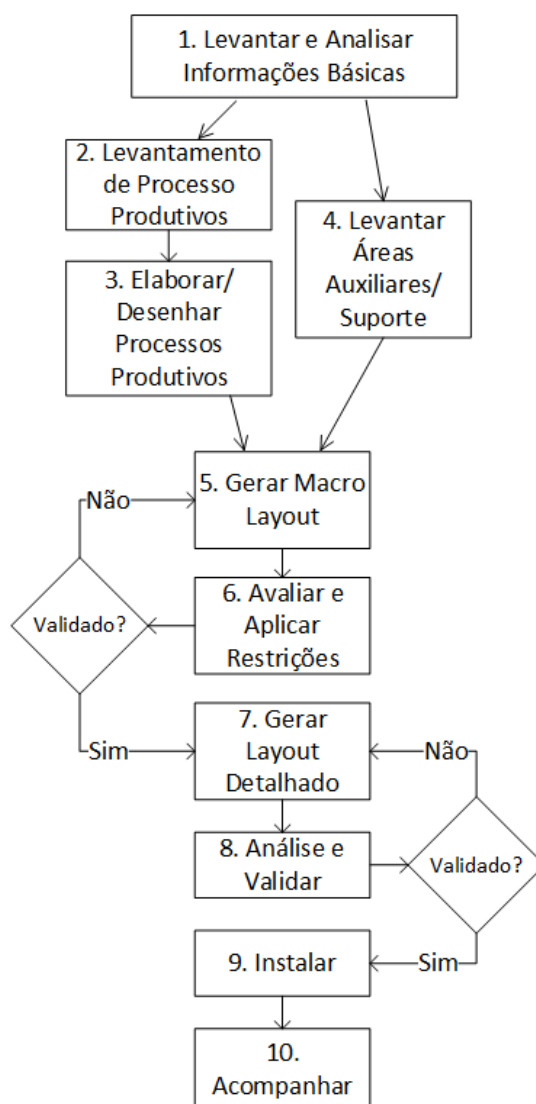
Softwares são ferramentas computacionais que auxiliam no desenvolvimento de *layouts*, entre as diversas características, alguns possuem bibliotecas de equipamentos, facilitando o desenho e o posicionamento para melhor visualização muitas vezes com desenhos 3D. Alguns softwares são voltados para a demonstração, facilitar a visualização outros possuem mais opções embarcadas que servem para validação de modelos.

Softwares como Arena®, ProModel®, Plant Simulation®, Layout-IQ®, VIP-PLANOPT®, ou algoritmos como o CRAFT, MCRAFT, ALDEP, CORELAP ou BLOCPLAN apresentam esta facilidade para validar modelos estudando de forma discreta. Nestes softwares os modelos são desenhados e após descrito suas interações conseguem avaliar o modelo proposto. Nota-se que estes modelos de softwares necessitam de mais de um modelo para a validação final. Quando é realizado um re-*layout*, normalmente compara-se o novo com o antigo para obtenção das diferenças.

5. Análises

O modelo proposto para elaboração do *layout* consiste na síntese da análise das metodologias clássicas para a elaboração, demonstrada conforme a Anexo I, onde os sistemas clássicos estão dispostos em colunas e cada raia corresponde a uma etapa do modelo proposto.

De forma a simplificar a visualização, as etapas que compõem a proposição são representadas pelo fluxograma apresentado na Figura 2, suas respectivas explicações são apresentadas individualmente a seguir.



Fonte: Werner (2014)
Figura 2 – Metodologia híbrida

5.1. Levantamento de informações básicas

Esta etapa tem o objetivo de levantar informações básicas referentes ao *layout*, que forma o escopo para o desenvolvimento do novo arranjo físico, tornando-se um planejamento do *layout*. As principais ferramentas que auxiliam este desenvolvimento desta etapa são:

a) 5W2H metodologia tradicional para elaborar plano de ação, que segundo Silva, et al. (2013) e Campos (2004) é constituída em 7 fases, as quais foram adaptadas para o modelo de *layout*,

conforme Quadro 1;

Original		Adaptado para o sistema de <i>layout</i>
What	O que	Será feito o <i>layout</i> ou <i>re-layout</i> de quê?
Why	Por quê	Por que fazer o <i>layout</i> ? (objetivo principal)
When	Quando	Quanto tempo para instalação? e Quanto tempo funcionará?
Where	Onde	Local ou planta a ser utilizado
Who	Quem	Equipe responsável, ou responsável por validar cada área/setor
How	Como	Metodologia
How Much	Quanto	Quanto pode custar? Qual o orçamento disponível?

Fonte: Adaptado de Moreira (2003, apud SILVA, et al., 2013)

Quadro 1 - Etapa de levantamento de informações básicas segundo bibliografias

b) questionário para os colaboradores dos setores a serem tratados no caso de *re-layout* ou da alta administração no caso de novo *layout*, objetivando o levantamento de informações e a integração com o projeto a ser desenvolvido; e

c) planejamento estratégico da empresa, principalmente para avaliação de demanda e perspectivas de crescimento.

5.2. Levantamento de processos produtivos

O levantamento de informações visa a embasar o sistema produtivo, para levantar todas as informações pontuais deste processo, desde descrições e precauções de matéria prima até equipamentos para os processos. Nesta etapa deve ser abordado o sistema ideal a ser implementado, desconsiderando para este as limitações. Este sistema ideal na próxima etapa será avaliado e pode ser utilizado como modelo para chegar a alternativa viável mais perto da ideal possível. As principais ferramentas que auxiliam esta etapa são:

a) chave PQRST;

b) levantamento do sequenciamento produtivo através de fluxogramas;

c) desenho do processo produtivo atual, no caso de *re-layout*, para sua análise;

d) questionário para colaboradores que atuam diretamente no processo a fim de identificar propostas e problemas diversos; e

e) elaboração Carta de Processos, Carta de Processos Múltiplos ou Carta De-Para.

5.3. Elaboração/desenhar processos produtivos

A elaboração/desenho do processo de produtos, consiste em relacionar e dar forma aos itens levantados na Etapa 2, organizando a sequência produtiva em fluxogramas. Considerando todas as atividades envolvidas assim como os volumes movimentados entre elas. As ferramentas que auxiliam a composição desta etapa são:

a) elaboração de Carta de Interligações Preferenciais; e

b) softwares para desenho de fluxogramas (Microsoft Visio®, Bizagi®, Dia®, Open Office Write®);

5.4. Levantar áreas auxiliares/suporte

Levantar áreas auxiliares/suporte, é etapa que contempla todas as atividades que atuam de maneira indireta na manufatura, isto é, áreas como manutenção, escritórios, almoxarifado, expedição e recebimento. São áreas que não influem agregando valor diretamente na manufatura do produto. Nesta etapa podem ser utilizadas ferramentas como:

- a) softwares para desenho de fluxogramas (Microsoft Visio®, Bizagi®, Dia®, Open Office Write®);
- b) carta de Interligações Preferenciais entre os processos produtivos e áreas auxiliares; e
- c) fluxo de materiais e informações intersetoriais, este fluxo objetiva tornar visível o fluxo intersetorial, a fim de facilitar as análises posteriores.

5.5. Gerar macro *layout*

O macro *layout* é a primeira visualização dos setores na respectiva planta, de forma a esboçá-los para análises e avaliações preliminares. O macro *layout* é visto apenas como blocos, não detalhando os respectivos processos internos, simplificando sua formulação. As principais ferramentas que auxiliam nesta etapa são:

- a) algoritmos para elaboração o *layout* (ALDEP, CORELAP, BLOCPLAN)
- b) diagramas de relação entre setores auxiliares e produtivos desenvolvidos no item 4 - Levantar Áreas Auxiliares/Suporte;
- c) software de desenho de *layout* (Factory Design Suite - AutoCAD®, Microsoft Visio®).

5.6. Avaliar e aplicar restrições

Para a etapa de avaliação e aplicação de restrições ao macro *layout*, pondera-se os resultados obtidos, confrontando-os com os objetivos gerais, com as análises de movimentações intersetoriais e aplicando as devidas restrições provenientes tanto do ambiente se já existente no caso de re-*layout*, do processo e ou de normas, tais como: corredores específicos, portas para entrada e saída, restrição à segurança, exaustão de máquinas, pilares, relação de andares e de movimentações.

- a) algoritmos para avaliação de *layout*, (CRAFT, MCRAFT, VIP-PLANT, entre outros);
- b) questionamento aos colaboradores da respectiva área, quando houver;
- c) normas e regulamentos; e
- d) análise de movimentação intersetorial, diagrama de movimentação.

5.7. Gerar *layout* detalhado

A etapa de gerar o *layout* detalhado tem por objetivo organizar os ambientes minuciosamente, definindo a posição final dos objetos dentro do *layout*.

- a) carta de Interligações Preferenciais entre equipamentos e objetos de cada setor;
- b) fluxo com as 9 atividades do SLP, conforme Figura 1;
- c) softwares para elaboração de *layout* 3D (Factory Design Suite - AutoCAD®, Sketchup®, entre outros); principalmente para facilitar a visualização;
- d) diagramas de inter-relação entre equipamentos ou postos de trabalhos de cada setor; e
- e) fluxo produtivo de cada setor.

5.8. Analisar e validar

Esta etapa consiste no fechamento do *layout* conceitual, ou seja, após esta etapa o *layout* está pronto para sua implantação, no caso de novo *layout* ou adaptação no caso de rearranjo. Avaliando dentro da proposta de *layout* se nenhuma das áreas apresenta problemas como: de área, quanto a movimentação para o processamento e manutenção; intensidade de fluxo, análise de contra fluxo em atividades; análise de balanceamento de processos; atendimento de

requisitos do planejamento; e outros pertinentes a validação.

a) softwares de simulação para validação de áreas (Arena®, VIP-PLANOPT®, Plant Simulation®);

b) questionamento a gestão e aos colaboradores dos respectivos setores.

5.9. Instalar

A instalação é etapa que transforma o modelo de *layout* até então conceitual em real, isto é, aplicando-o. Esta fase na forma operacional, aborda toda a demarcação, o posicionamento, a instalação e o treinamento para utilização do *layout*. Já em âmbito gerencial, contempla aquisição de maquinários, contratação de serviços especializados para instalação de equipamentos e treinamentos.

5.10. Acompanhar

O acompanhamento final visa a definição de indicadores a serem analisados para averiguar se os objetivos do Etapa 4.1, denominado Levantamento de Informações Básicas, foram alcançados.

6. Considerações finais

A finalidade da realização desta pesquisa é a caracterização de uma metodologia para elaboração de *layouts*, facilitando e agregando informação de diversas metodologias tradicionais. Onde por meio da análise das metodologias e ferramentas existentes, foram caracterizadas 10 etapas para a elaboração de um *layout*. Etapas que condensam metodologias convencionais complementando em pontos específicos. Para estas etapas resultantes observa-se a necessidade de serem aplicadas para sua efetiva validação.

A proposta da nova metodologia congrega as etapas das metodologias convencionais, buscando objetivar sua utilização e agregar ferramentas mais modernas devido as respectivas datas das publicações originais.

A área de *layout* é extensa e muito interessante, necessitando diversos conhecimentos de outras áreas para a elaboração efetiva de *layouts*. Conforme o estudo elaborado, destacam-se as respectivas oportunidades para trabalhos futuros: agregar novas metodologias e ferramentas para reanálise do sistema atual; aplicar a metodologia para sua validação; elaborar software para construção dinâmica de *layout*, minimizando etapas de macro *layout* e *layout* detalhado; e analisar a possibilidade de antecipar a etapa de *layout* detalhado em re-*layout*, ocasionado pelo alto nível de informações disponível sobre os processos.

Referências

ARENA SIMULATION. *Arena*. Disponível em: <<https://www.arenasimulation.com/what-is-simulation>>. Acessado em: 5 out. 2014.

CAMPOS, V. F. *Gerenciamento pelas Diretrizes*. 4. ed. Nova Lima: Editora FALCONI, 2004.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. *Administração de Produção e de Operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. São Paulo: Editora Atlas, 2005.

DAVIS, M. M. AQUILANO, N. J. CHASE, R. B. *Fundamentos da Administração da Produção*. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

ENGINEERING OPTIMIZATION SOFTWARE. *VIP-PLANOPT*. Disponível em: <<http://www.planopt.com/VIP-PLANOPT/overview.html>>. Acessado em: 5 out. 2014.

GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

HEERDT, M. L. *Metodologia de Pesquisa: livro didático*. 5. ed. Palhoça: UnisulVirtual, 2007.

HERAGU, S. S. *Facilities Design: Second Edition*. 2. ed. Lincoln: iUniverse Inc, 2006.

HIREGOUDAR, C.; REDDY, B. R. *Facility Planning & Layout Design: An Industrial Perspective*. Pune: Technical Publications Pune, 2007.

IMMER, J. R. *Layout Planning Techniques*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1950. Disponível em: <[http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.\\$b106486](http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.$b106486)>. Acessado em: 03 out. 2014.

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

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração da Produção*, São Paulo: Saraiva, 2000.

MOREIRA, D. A. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Pioneira, 1993.

MUTHER, R. *Planejamento do layout: Sistema SLP*. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1978.

NADLER, G. *Work Design*. Homewood: Richard D. Irwin, 1963. Disponível em: <<http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.b3376387>>. Acessado em: 06 out. 2014.

PROMODEL CORPORATION. *ProModel*. Disponível em: <<https://www.promodel.com/Products/ProModel/#tabbed-nav=tab1>> Acessado em: 5 out. 2014.

RUDELL REED JR., P. E. *Plant Layout: Factors, Principles, and Techniques*. Homewood: Richard D. Irwin, 1961. Disponível em: <<http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015004537547>>. Acessado em: 16 out. 2014.

SIEMENS PLM SOFTWARES INC. *Plant Simulation*. Disponível em: <http://www.plm.automation.siemens.com/pt_br/products/tecnomatix/plant_design/plant_simulation.shtml>. Acessado em: 5 out. 2014.

SILVA, A. O.; RORATTO, L.; SERVAT, M. E.; DORNELES, L.; POLACINSKI, E. *Gestão da Qualidade: Aplicação da ferramenta 5W2H como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa*. 3ª Semana Internacional das Engenharias FAHOR. Horizontina, out. 2013. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/gestao_de_qualidade.pdf>. Acessado em: 2 nov. 2014.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A.; TANCHOCO, J. M. A. *Facilities Planning*. 4. ed. Nova Jersey: Wiley, 2010.

WERNER, S. M. *Caracterização de uma metodologia para a elaboração de layouts*. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação Engenharia de Produção). Universidade do Sul de Santa Catarina.

ANEXO I - Síntese de metodologias organizada

Metodologias					
	Immer	Nadler's Ideal System Approach	SLP - Systematic Layout Planning	APLP - Apple's Plant Layout Procedure	RPLP - Reed's Plant Layout Procedure
Levantar e Analisar Informações Básicas		Função Determinação	Localização	Procurar Informações Básicas Analisar Informações Básicas	
Levantamento de Processo Produtivos	Pôr o Problema no Papel	Desenvolvimento do Sistema Ideal Coleta de Informações Sugestões de Sistemas Alternativos		Desenhar o Processo Produtivo Planejar o Fluxo Padrão de Materiais Considerar o Fluxo Geral de Materiais	Análise do Produto ou Produtos a serem Processados Determinar o Processo Requerido para a Manufatura do Produto
Elaborar/Desenhar Processos Produtivos	Mostrar Linhas de Fluxo		Arranjo Físico Geral	Calcular Equipamentos Necessários Esboçar as Estações de Trabalho Individuais Selecionar Equipamentos Específicos para Movimentar Materiais	Preparar Mapeamento de Layout Determinar Locais de Trabalho
Levantar Áreas Auxiliares/Suporte				Coordenar Grupos de Operações Relacionadas Esboçar Inter-Relacionamento entre Atividades Dimensionar Estoque Esboçar Atividades de Serviços e Auxiliares	Análise da Área de Armazenamento Estabelecer Largura de Corredores Estabelecimento dos Requisitos de Escritórios Considerar Instalações de Pessoal e Serviços
Gerar Macro Layout	Converter Linhas de Fluxo em Linhas de Produção			Dimensionar Áreas Alocar Atividades para Espaço Total Considerar Tipos de Construção Construir o Macro Layout	
Avaliar e Aplicar Restrições					Inspeccionar Planta de Serviços Providenciar para Expansões Futuras
Gerar Layout Detalhado		Seleção da Solução Viável Formular o Sistema de Trabalho	Arranjo Físico Detalhado		
Análise e Validar		Revisão do Projeto de Trabalho Testar o Projeto de Trabalho		Validar, Ajustar e Checar o Layout com Pessoas Apropriadas Obter Aprovação	
Instalar		Instalação do Sistema de Trabalho e Métodos	Implantação	Instalar o Layout Acompanhar Implementação do Layout	
Acompanhar		Critério de Desempenho Estabelecidos			

Fonte: Werner (2014).