

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA - UNIFOR**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**KYLLER RICHELLY ROCHA CUNHA**

**ESTUDO DE ARRANJO FÍSICO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA  
DE BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS**

**FORMIGA - MG**  
**2015**

KYLLER RICHELLY ROCHA CUNHA

ESTUDO DE ARRANJO FÍSICO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE  
BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Engenharia de Produção do  
UNIFOR - MG, como requisito parcial para  
obtenção do título de bacharel em  
Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Samuel de Oliveira.

Kyller Richely Rocha Cunha

ESTUDO DE ARRANJO FÍSICO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE  
BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Engenharia de Produção do  
UNIFOR - MG, como requisito parcial para  
obtenção do título de bacharel em  
Engenharia de Produção.  
Orientador: Prof. Me. Samuel de Oliveira.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. Samuel de Oliveira  
Orientador

---

Prof. Me. Daniel Gonçalves Ebias  
Examinador

Formiga, 11 de novembro de 2015.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,  
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre  
aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que me deu o dom da vida, sabedoria e força para sempre seguir em frente.

Aos meus pais, Hélder e Juslane, pelo amor incondicional, pelo apoio e conselhos para realizar meus sonhos. Agradeço a toda minha família por todo apoio e dedicação em todas as horas.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram e ajudaram durante esta jornada.

Aos meus professores, que contribuíram para minha formação e aprendizado ao longo de cinco anos, e em especial a meu orientador, Professor Samuel de Oliveira por sua paciência, colaboração, seus ensinamentos e incentivos para concretizar este trabalho.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram, apoiaram e me incentivaram a tornar-me engenheiro.

## RESUMO

Um arranjo físico adequado é um fator que pode determinar para a melhoria de processos, operações, movimentações e armazenagem de materiais em uma linha de produção, gerando ganhos operacionais, viabilizando o negócio, reduzindo custos, além de proporcionar maior conforto e segurança ao ambiente. O presente trabalho buscou-se analisar o atual *layout* de uma empresa beneficiadora de rochas ornamentais e, através de uma pesquisa para identificar o fluxo de produção e o atual *layout* da empresa, aplicou-se o método de *Guerchet* e o *Systematic Layout Planning* para elaborar um novo *layout* na intenção de melhorar a eficiência no processo produtivo reduzindo as movimentações desnecessárias. Pretende-se que a empresa objeto deste estudo possa avaliar os benefícios e resultados deste trabalho para considerar a possibilidade de implantação do *layout* proposto.

**Palavras-chave:** Arranjo físico. *Layout*. Movimentações.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tear multi-lâminas .....	18
Figura 2 - Politriz automatizada.....	19
Figura 3 - Arranjo físico por produto .....	24
Figura 4 - Arranjo físico por processo .....	25
Figura 5 - Arranjo físico posicional.....	26
Figura 6 - Arranjo físico celular.....	27
Figura 7 - Variedade x Volume .....	28
Figura 8 - Diagrama de relacionamento.....	31
Figura 9 - Diagrama de inter-relações entre atividades .....	32
Figura 10 - Diagrama de inter-relações entre espaços .....	33
Figura 11 - Fluxograma do processo produtivo .....	37
Figura 12 - <i>Layout</i> atual do setor de produção .....	39
Figura 13 - Diagrama de inter-relações entre atividades .....	42
Figura 14 - Modelo de <i>layout</i> proposto.....	43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Produção de rochas ornamentais por regiões e produtos.....	17
Quadro 2 - Interligações preferenciais .....	30
Quadro 3 - Razão da proximidade .....	31
Quadro 4 - Interligações preferenciais .....	32
Quadro 5 - Diagrama de relacionamento.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Levantamento da área física por estação de trabalho .....	40
Tabela 2 - Levantamento da área física, segundo método de <i>Guerchet</i> .....	41

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
1.1	Problema de pesquisa.....	13
1.2	Justificativa .....	13
1.3	Hipóteses .....	13
2	OBJETIVOS .....	15
2.1	Objetivo geral .....	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
3.1	Rochas ornamentais.....	16
3.2	Beneficiamento .....	17
3.2.1	Beneficiamento primário .....	18
3.2.2	Beneficiamento secundário .....	19
3.3	Fluxo de materiais .....	20
3.4	Arranjo físico .....	22
3.5	Tipos de arranjo físico .....	24
3.5.1	Arranjo físico por produto ou por linha.....	24
3.5.2	Arranjo físico por processo ou funcional.....	25
3.5.3	Arranjo físico posicional.....	26
3.5.4	Arranjo físico celular .....	27
3.5.5	Arranjo físico misto ou híbrido e flexível .....	28
3.6	Etapas para elaboração de um arranjo físico .....	29
3.7	Métodos para elaboração do arranjo físico .....	30
3.7.1	Planejamento sistemático do arranjo físico (SLP) .....	30
3.7.2	Método de <i>Guerchet</i> .....	34
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	35
4.1	Descrição e características da Empresa .....	35
4.2	Coleta de dados .....	35
4.3	Técnicas e métodos .....	35
4.3.1	Método de <i>Guerchet</i> .....	36
4.3.2	Systematic Layout Planning (SLP) .....	36
5	ANÁLISE E RESULTADOS.....	37
5.1	Descrição do processo de produção .....	37
5.2	<i>Layout</i> da empresa analisada .....	38
5.3	Reelaboração do <i>layout</i> .....	40

5.3.1 Levantamento da área física dos postos de trabalho .....	41
5.3.2 Proposta de <i>layout</i> para o setor de produção.....	41
5.3.3 Considerações finais .....	44
6 CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

Para tornar-se competitiva, as empresas procuram aperfeiçoar seus processos em busca de otimização e redução de custos. Com isto, há uma constante procura por melhor aproveitamento do espaço físico de forma eficiente para minimização de movimentação, para que possam manter-se atualizadas em seus processos diante de um mercado totalmente competitivo.

Com o aumento da concorrência no mercado de rochas ornamentais, as organizações devem manter-se atualizadas para que haja sempre melhorias em seu processo. Desta forma, a realocação de postos de trabalho se faz necessário para minimizar distâncias entre os mesmos e proporcionar um melhor balanceamento na linha de produção. O estudo sobre arranjo físico proporciona melhor aproveitamento do espaço disposto por uma empresa, procurando uma melhor combinação possível de elementos na linha de produção para aumentar sua eficiência.

Um *layout* de qualidade proporciona um fluxo de produção com maior eficiência, onde baseando-se no método de planejamento sistemático do arranjo físico (SLP) e na utilização do método de *Guerchet* busca-se uma melhor utilização dos espaços físicos disponíveis para gerar um processo mais econômico.

A análise do atual cenário do setor de produção é um requisito fundamental na obtenção de informações para a elaboração de um novo *layout*, no intuito de melhorar o desempenho da produção e reduzir gastos com movimentações desnecessárias.

A produção em larga escala de rochas ornamentais para o uso no setor de construção civil tem sua eficiência reduzida com um arranjo físico mal projetado, por se tratar de matérias-primas de peso elevado e equipamentos robustos em sua linha de produção. A proximidade entre os postos de trabalho é um fator fundamental para sua fabricação, devido a este fator, procura-se de melhor forma uma reorganização dos postos de trabalhos para manter esta proximidade na linha de produção.

Propõe-se neste trabalho analisar como o fluxo de produção segue no atual *layout* e como as ferramentas de arranjo físico podem contribuir em um novo *layout* com o propósito de maximizar a utilização dos espaços na linha de produção. Este trabalho será desenvolvido em uma empresa de beneficiamento de rochas ornamentais, situada em Minas Gerais.

## **1.1 Problema de pesquisa**

Como a realocação de postos de trabalho, bem como a minimização de distâncias percorridas entre os mesmos, pode melhorar a eficiência do processo produtivo de chapas de rochas ornamentais?

## **1.2 Justificativa**

Na tentativa de aperfeiçoar o processo de produção da empresa, um estudo minucioso sobre arranjo físico se faz necessário para diminuir distâncias, melhorar alocações de materiais, minimizar riscos de acidentes, e conseqüentemente diminuir os custos envolvidos em movimentação desnecessária de produtos entre postos de trabalhos.

O planejamento ou melhoria de um *layout* em instalações visa a melhor produção de produtos e/ou serviços para que haja excelência de processos e atendam as necessidades dos clientes. Com a otimização dos processos, o espaço gasto atualmente é bem menor quando comparado a empresas no passado, o estudo sobre arranjo físico prevê cuidadosamente como alocar os recursos em uma empresa (GAITHER; FRAZIER, 2007).

O estudo se sustentará na identificação de um arranjo físico que possa melhor enquadrar-se no presente caso que a empresa encontra-se, para que, desta forma, possa apresentar uma nova proposta na disposição de postos de trabalho, proporcionando assim um ganho em produtividade.

Desta forma, este trabalho justifica-se devido à importância sobre um estudo de arranjo físico para aprimorar processos produtivos e levá-los a uma constante melhoria em sua eficiência, proporcionando à empresa um menor custo final de seu produto, e conseqüentemente, competitividade diante de seus concorrentes.

## **1.3 Hipóteses**

Diante do problema exposto, em identificar e analisar a movimentação na linha produtiva de chapas de rochas ornamentais foi levantado a seguinte hipótese:

Espera-se que a realocação dos postos de trabalho proporcionará ganho de eficiência operacional à empresa estudada.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Analisar a realocação de postos de trabalho para que proporcione maior eficiência na produção de chapas de rochas ornamentais.

### 2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, apresentam-se:

- Analisar o atual processo produtivo da empresa;
- Aplicar o método de *Guerchet*,
- Utilizar o *System Layout Planing* - SLP na reformulação do *layout*;
- Propor uma mudança na disposição física entre os postos de trabalho.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Rochas ornamentais**

Segundo Schumann (1982), rocha é qualquer agregado natural sólido formado por um ou mais minerais e/ou mineralóides. E baseado neste conceito, a norma ABNT NBR 15012:2013, define rocha ornamental como material rochoso natural que pode ser utilizada com uma função estética qualquer, após ser submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento.

Quando fala-se em rochas designadas à ornamentação, logo imagina-se em granitos e mármore, isso pois o mercado incita a pensar de forma genérica, subdividindo as rochas ornamentais essencialmente nestas duas categorias. Conquanto, qualquer tipo litológico que seja empregado em revestimento de obra civil em geral, está inserido no conceito de rocha ornamental (REIS; SOUSA, 2003).

Atualmente as rochas ornamentais estão em alta no setor de revestimentos e decorações, e com isto há uma grande procura no mercado, embora seu valor seja elevado. De acordo com Moreiras (2005), o Brasil destaca-se como um dos principais produtores mundiais, não só em volume de produção, mas também por dispor materiais com excelentes qualidades estéticas. No QUADRO 1 é mostrado a produção no Brasil por estado e por tipo de rocha no ano de 2007.

Quadro 1 - Produção de rochas ornamentais por regiões e produtos

Região	Estados	Produção (1000 t)	Tipo de Rocha
Sudeste	Espírito Santo	3200	Granito e mármore
	Minas Gerais	2200	Granito, ardósia, quartzito foliado, pedra sabão, pedra talco, serpentinito, mármore e basalto
	Rio de Janeiro	200	Granito, mármore e pedra Paduana
	São Paulo	100	Granito, quartzito foliado
Sul	Paraná	110	Granito, mármore e outros
	Rio Grande do Sul	100	Granito, basalto e quartzito
	Santa Catarina	100	Granito e ardósia
Centro Oeste		300	Granito, quartzito foliado, serpentinito e mármore
Norte e Nordeste	Bahia	600	Granito, mármore, travertino, arenito e quartzito
	Ceará	400	Granito e pedra Cariri
	Paraíba	300	Granito e conglomerado
	Pernambuco	100	Granito e quartzito
	Alagoas	50	Granito
	Rondônia	50	Granito
	Rio Grande do Norte	80	Mármore e granito
	Pará	20	Granito
	Piauí	70	Pedra Morisca
<b>Total Brasil</b>		<b>7970</b>	

Fonte: Chiodi Filho (2008).

De acordo com Chiodi Filho (2008), com mais de 70% da produção nacional, a região sudeste do Brasil é a principal região produtora de rochas ornamentais. O estado de Minas Gerais é o segundo em relação à produção de rochas ornamentais, ficando atrás apenas do estado do Espírito Santo.

### 3.2 Beneficiamento

No processo de industrialização de rochas ornamentais, segundo Sousa (2007) o beneficiamento corresponde à etapa posterior a extração, também

chamada de lavra, condicionando os materiais à comercialização. Tem como intuito o tratamento final da rocha, ajustando as chapas às especificações de dimensões e acabamento superficial que o produto final deve apresentar. Com isto, pode-se dividir esta etapa em beneficiamento primário e beneficiamento secundário.

### 3.2.1 Beneficiamento primário

Para Azevedo, Castro e Vidal (2013), o beneficiamento primário, também conhecido como serragem ou desdobramento do bloco, consiste no corte do bloco transformando-o em chapas, na maioria das vezes realiza-se este corte em teares (FIG 1), esta é a primeira etapa que envolve a agregação de valores aos materiais provindos de pedreiras.

Figura 1 - Tear multi-lâminas



Fonte: Coimbra Filho (2006).

Os teares são equipamentos robustos dotados de colunas que suportam um quadro que realiza um movimento perpendicular. Este quadro possui múltiplas lâminas de aço carbono, umas paralelas às outras, dispostas longitudinalmente. A

rocha ornamental, já em bloco, é colocada sob o quadro, cujo movimento oscilatório faz com que as lâminas adentrem no bloco. Para diminuir o atrito entre o bloco e as lâminas, o bloco é banhado por uma polpa abrasiva constantemente, que é composta por cal (para evitar oxidação), granalha de aço (elemento abrasivo) e água (SOUSA, 2007).

### 3.2.2 Beneficiamento secundário

Para Vidal (1995) o beneficiamento secundário condiz com o acabamento final das chapas e/ou outras peças que sofrem tratamento para destacar as características necessárias em função do previsto. Nesta fase, observa-se a atuação desde empresas de grande porte até pequenas marmorarias na produção de peças acabadas oriundas de chapas brutas e/ou semielaboradas por terceiros.

Após a divisão do bloco em chapas (beneficiamento primário), tem-se o processo subsequente que é o acabamento (FIG. 2) (PIRES, 2007).

Figura 2 - Politriz automatizada



Fonte: Pires (2007).

Segundo Machado e Carvalho (1992) o acabamento pode-se dar por processos de apicoamento, flameamento, levigamento, polimento e lustro. Para estas operações são utilizados equipamentos chamados politrizes, que são dotados

de rebolos abrasivos que são presos em cabeçotes rotativos e que, por sua vez, são aplicados a superfície da chapa sob pressão e movimentos rotativos. Como as chapas provenientes do beneficiamento primário possuem uma rugosidade elevada, o polimento deve ser realizado diminuindo gradualmente esta rugosidade. Por isso, empregam-se rebolos abrasivos de granulometrias diferentes, em sequência decrescente. Utiliza-se um fluxo constante de água escoar os resíduos e também para refrigerar o processo.

### **3.3 Fluxo de materiais**

Para Shingo (1996), a produção consolida-se em um grande fluxo de processos e operações, sendo cada processo um fluxo de material. O processo é a transformação da matéria-prima em produtos semiacabados, e as operações são os trabalhos realizados para executar essa transformação, possibilitando a interação do fluxo de equipamento e operadores no tempo e no espaço.

Para que os materiais possam ser processados, deve-se manter em movimento um dos três elementos básicos de produção: homem, máquina e material. Estes devem estar em constante movimento para obter-se um resultado satisfatório na finalização de um produto, proporcionando um total aproveitamento do seu potencial (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002).

Para Francischini e Gurgel (2002) a maioria dos processos industriais, o principal elemento de movimentação é o material. O manuseio de materiais tem um papel essencial na manufatura flexível, interligando os vários processos de manufatura, máquinas, robôs e os locais de armazenamento. Os materiais devem ser trazidos à estação correta e no momento certo para que os recursos de produção sejam utilizados da melhor forma possível. Vale ressaltar que os custos de movimentação dos materiais e do produto agregam diretamente no custo final. Sendo assim, um sistema de movimentação eficaz deve trabalhar com uma série de recursos que possibilitem a redução do custo final do produto.

#### **a) Redução de custos**

- Custo de mão-de-obra – a introdução de equipamentos mecânicos

substituirá o trabalho braçal, que exigirá menos esforço físico do homem e reduzirá o tempo de atravessamento.

- Custo de materiais – uma melhor estrutura no acondicionamento do material e um transporte mais eficaz resultarão num índice de perdas menor.
- Custo de equipamentos – o uso de equipamentos adequados para a movimentação e armazenagem de materiais exigirá menor investimento em ativo fixo por parte da empresa.
- Outros custos – um serviço de movimentação eficiente terá como consequência uma redução nas despesas em geral.

b) Aumento da capacidade produtiva

- Aumento de produção – a produtividade da linha de produção será consequência de uma racionalização dos processos de transporte e estoque, permitindo maior rapidez na chegada dos materiais até as linhas produtivas.
- Capacidade de armazenagem – as empilhadeiras permitem melhor acondicionamento do produto e uma máxima utilização do espaço na área de estocagem, com liberação de área produtiva.
- Distribuição de armazenagem – é necessário o aproveitamento de dispositivos para a formação de cargas unitárias, levando a um sistema muito mais eficiente.

c) Melhores condições de trabalho

- Maior segurança – o risco de acidentes ficará bastante reduzido com a utilização de equipamentos de movimentação e com uso de dispositivos destinados às cargas unitárias.
- Redução de fadiga – à medida que o homem aplica o uso de máquina no seu serviço, seu esforço diminuirá. Ao mesmo tempo, aqueles que continuam trabalhando em serviços de transportes e estocagem, trabalham com muito mais conforto, uma vez que é a máquina que fará o esforço físico despendido pelo homem.

d) Melhor distribuição

- Melhoria na circulação – uma total adequação do ambiente de trabalho, isto é, corredores bem definidos, endereçamento fácil e equipamentos eficientes, farão que a movimentação de material dentro da fábrica melhore.
- Localização estratégica – a aplicação de sistemas de manuseio torna viável a criação de pontos de armazenagem em vários locais distantes da fábrica, colocados estrategicamente próximos aos pontos de utilização.
- Melhoria dos serviços aos usuários – a proximidade em relação ao usuário torna mais rápido o seu acesso, e evita riscos de deterioração ou quebra, representando um custo menor.
- Maior disponibilidade – um sistema de distribuição eficaz terá como consequência maior disponibilidade dos produtos conforme a necessidade.

Após definida as diretrizes de um sistema de movimentação, verifica-se que o objetivo de tal sistema é possibilitar a total interação entre homem e conhecimentos, condizente com a seleção dos equipamentos, que deve ser funcional, operacional e economicamente apropriada à aplicação em cada caso.

### **3.4 Arranjo físico**

De acordo com Slack et al. (2006) à preocupação com a localização de cada elemento em uma linha de produção faz com que um estudo sobre arranjo físico em um ambiente de trabalho preocupe-se em dispor da melhor forma os recursos transformadores, transformando assim na primeira característica a qual se vê ao entrar em uma operação produtiva. Uma mudança no arranjo físico, mesmo que seja pequena, pode gerar uma mudança no fluxo de materiais e/ou pessoas onde a empresa poderá reduzir custos que antes eram gerados pelo excesso de movimentação.

Segundo Peinado e Graeml (2007) no meio corporativo o termo arranjo físico é conhecido como *layout*, palavra de origem inglesa, a qual é largamente empregada no cotidiano industrial.

Planejar o *layout* da instalação significa planejar a localização de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento ao cliente, áreas de armazenamento de materiais, corredores, banheiros, refeitórios, bebedouros, divisórias internas, escritórios e salas de computador, e ainda os padrões de fluxo de materiais e de pessoas que circulam nos prédios. (GAITHER; FRAZIER, 2007).

Para que uma empresa tenha uma estrutura capaz de atingir seus objetivos, Gurgel (2001) define arranjo físico como uma arte e ciência para converter elementos complexos e inter-relacionado de uma manufatura em um sistema de otimização entre a geração de custo e a geração de lucro.

Conforme Corrêa e Corrêa (2012) decisões sobre *layout* não são tomadas apenas na projeção de novas instalações, mas dadas implicações que o arranjo físico pode ter no desempenho da operação. O objetivo principal de decisões sobre *layout* é apoiar a estratégia competitiva da empresa de forma que haja um alinhamento entre as características do arranjo físico escolhido e as prioridades competitivas da organização.

Segundo Araujo (2001) a demora excessiva, fluxo confuso do trabalho, acumulação excessiva, má projeção de locais de trabalho e a perda de tempo gasto no deslocamento de uma unidade a outra são indicadores de problemas no *layout*.

Moreira (2001) alega que decisões sobre arranjo físico são caracteristicamente decisões táticas, onde em todo planejamento sobre o *layout* existirá sempre uma preocupação básica, que é a de facilitar e suavizar a movimentação do trabalho seja em relação ao fluxo de pessoas ou de materiais através do sistema.

Oliveira (2000) sustenta que um arranjo físico adequado deve acolher a alguns objetivos:

- Proporcionar um fluxo de comunicações entre as unidades organizacionais de maneira eficiente e eficaz;
- Proporcionar a melhor utilização da área disponível da empresa;
- Tornar o fluxo de trabalho eficiente;
- Proporcionar facilidade de coordenação;

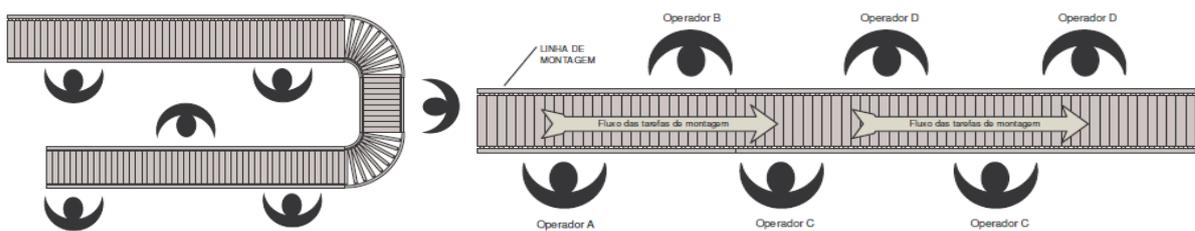
- Proporcionar redução da fadiga do empregado no desempenho da tarefa, incluindo o isolamento contra ruídos;
- Proporcionar situação favorável a clientes e visitantes;
- Ter flexibilidade ampla, tendo em vista as verificações necessárias com o desenvolvimento dos sistemas relacionados;
- Ter flexibilidade em caso de modificações nas tecnologias dos processos;
- Ter um clima favorável para o trabalho e o aumento da produtividade.

### 3.5 Tipos de arranjo físico

#### 3.5.1 Arranjo físico por produto ou por linha

Segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2002) o *layout* por produto possui serviços padronizados (FIG. 3), que seguem uma sequência linear e inflexível a qual os produtos ou clientes devem seguir. Para Schmenner (1999) “diferentes equipamentos são agrupados e os produtos vão sendo trabalhados sequencialmente pelos equipamentos”.

Figura 3 - Arranjo físico por produto



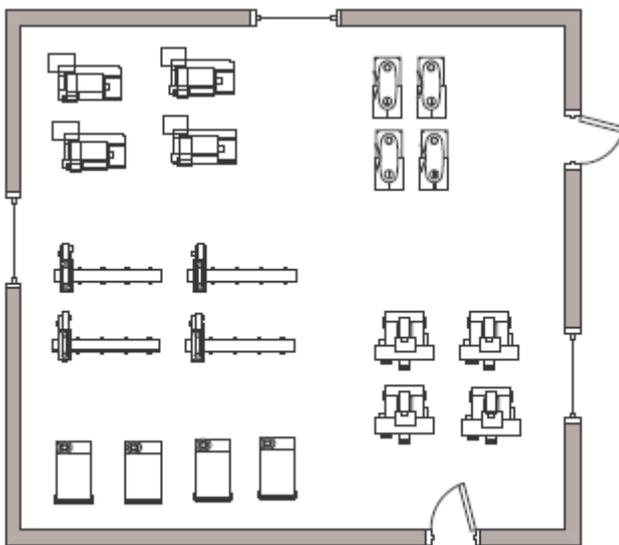
Fonte: Peinado e Graeml (2007).

Produtos com grande padronização, sequência de operações bem definidas, alto investimento em equipamentos, ênfase na produtividade e baixos custos unitários, pouca flexibilidade, dificuldades de adaptações na produção, são características citadas por Bulgacov (1999), que fazem com que o arranjo físico por produto se torne mais disposto a uma parada total da linha de produção, devido a um problema em qualquer ponto.

### 3.5.2 Arranjo físico por processo ou funcional

Moreira (2001) mostra que o arranjo físico por processo (FIG. 4) os postos de trabalho são aglomerados de acordo com a função que desempenham, tendo como características a adaptação à produção de uma linha variada de produtos ou à prestação de uma diversidade de serviços, onde os produtos passam pelos centros de trabalhos necessários, com isto forma-se uma rede de fluxos.

Figura 4 - Arranjo físico por processo



Fonte: Peinado e Graeml (2007).

Conforme afirma Gaither e Frazier (2007) o arranjo físico por processo é desenvolvido para acolher uma variedade de projetos de produtos ou etapas de processamento, a qual uma manufatura produz uma grande variedade de produtos em lotes relativamente pequenos, exigindo alta habilidade de funcionários, pois tipicamente as máquinas são de uso geral e elas são agrupadas de acordo com o tipo de processo executado. Os trabalhadores devem mudar e se adaptarem de forma rápida a grande variedade de operações a serem concluídas em cada lote de produção, o que exige uma programação, planejamento e monitoramento contínuo para certificar uma excelente qualidade ao processo.

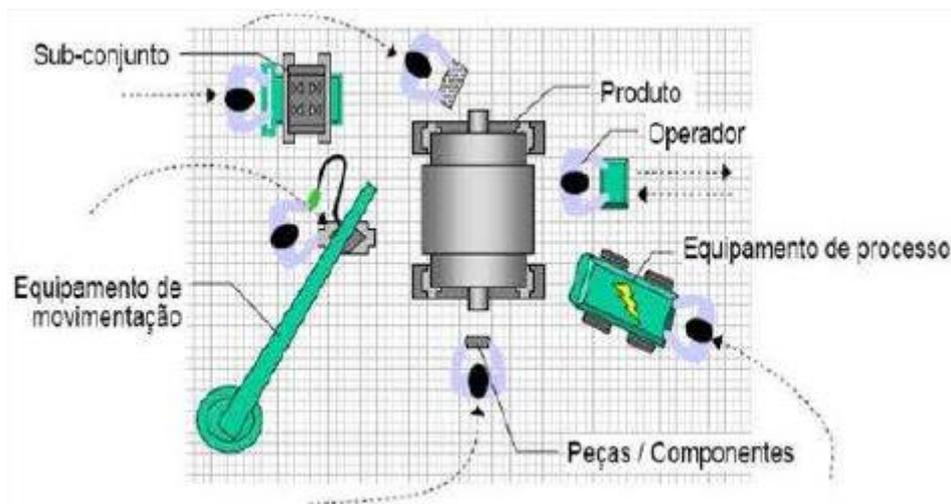
Slack et al. (2006) mostra como vantagens do arranjo físico por processo, a elevada flexibilidade de produção, relativamente robusto em caso de interrupções de etapas, fácil supervisão de equipamentos e instalações. E como desvantagens,

baixas utilizações de recursos, estoques altos em processos ou filas de clientes, dificuldade de controle de fluxo devido a sua complexidade.

### 3.5.3 Arranjo físico posicional

Segundo Corrêa e Corrêa (2012) o arranjo físico posicional ou por posição fixa o objeto da operação fica estacionado (FIG. 5), isto se deve por impossibilidade, ou por inviabilidade ou por inconveniência em fazer com que o objeto mova-se entre as etapas do processo de agregação de valor. Bulgacov (1999) caracteriza este *layout* pelo baixo volume produtivo e pela alta variedade do produto.

Figura 5 - Arranjo físico posicional



Fonte: Rocha (2011).

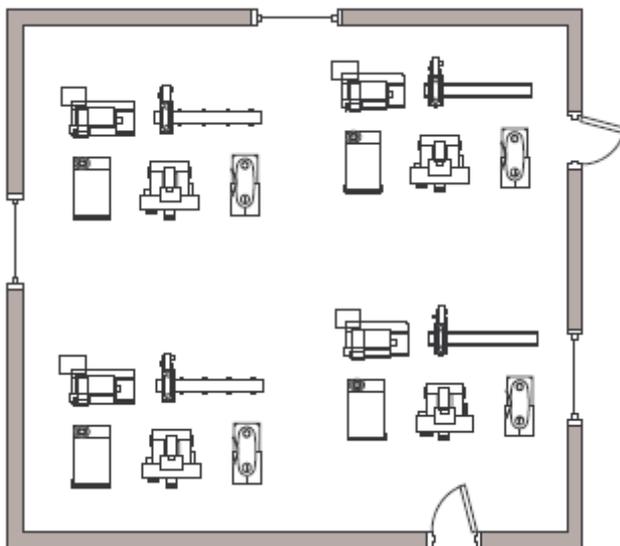
Para Peinado e Graeml (2007) o arranjo físico posicional possui como vantagens a não movimentação do produto, a possibilidade de utilização de técnicas de disponíveis por vários *softwares* bastante acessíveis, possibilidade de terceirização de partes, ou até mesmo de todo o projeto.

Slack et al. (2006) demonstra como desvantagens altos custos unitários, complexidade para programar o espaço ou atividades, e pode gerar muita movimentação e mão-de-obra.

### 3.5.4 Arranjo físico celular

De acordo com Lopes, Siedenberg e Pasqualini (2010), no arranjo físico celular os recursos transformados são pré-selecionados ao entrar em operação, para que se movimentem a uma parte específica da operação (chamada de célula) onde todos os recursos transformadores necessários para atender as necessidades de processamento se localizam (FIG. 6). Slack et al. (2006) aponta que depois do processamento em uma célula, os recursos transformados podem passar por outras células, isto dependerá de seu processo de produção. Onde cada célula de trabalho poderá ser organizada de acordo com um arranjo físico por produto ou por processo, tendo como vantagem flexibilidade e redução de custos.

Figura 6 - Arranjo físico celular



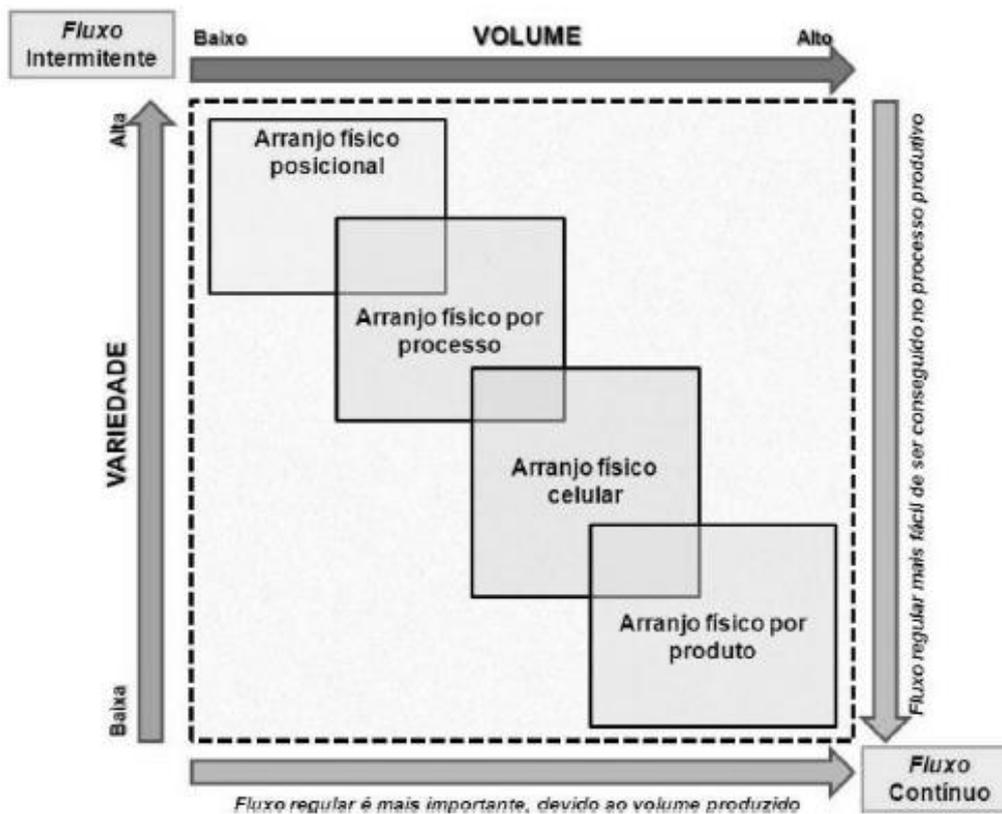
Fonte: Peinado e Graeml (2007).

Segundo Martins e Laugeni (2005) a principal característica deste arranjo físico é a referente flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produtos, permitindo um elevado nível de produtividade e de qualidade, apesar de sua especificidade para uma linha de produtos. Diminuindo assim estoques e transportes de materiais, centralizando a responsabilidade sobre o produto fabricado e dando oportunidade a satisfação no trabalho.

Para Slack; Chambers; Johnston (2002) a variedade e o volume de produção são levados em consideração para escolha dos tipos básicos de arranjo físico (FIG.

7). A redução da variedade de produtos torna viável um fluxo regular de produção, e com o aumento do volume de produção torna factível uma melhor gerencia destes fluxos.

Figura 7 - Variedade x Volume



Fonte: Slack; Chambers; Johnston (2002).

### 3.5.5 Arranjo físico misto ou híbrido e flexível

Muitas empresas fazem o uso de uma combinação de elementos de alguns ou todos os tipos básicos de arranjo físico. Com o intuito de buscar maior eficiência algumas empresas optam por um arranjo físico misto, onde utilizam cada tipo de *layout* em um setor ou a combinação das características mais importantes de cada arranjo físico (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Como é comum o aumento da taxa de introdução de novos produtos, algumas empresas tentam aumentar a facilidade com que configuram e reconfiguram novos setores produtivos, novas células de produção, entre outros. Para isso, optam, quando possível, por tecnologias e equipamentos de menor porte (para facilitar sua movimentação para novas configurações),

às vezes sobre rodas, com demarcações no chão definindo setores ou células feitas, não com tinta, mas com fitas adesivas. (CORRÊA; CORRÊA, 2012, p. 411).

### 3.6 Etapas para elaboração de um arranjo físico

Cury (1995) afirma que para a elaboração de um arranjo físico deve-se seguir algumas etapas:

- Levantamento: reunir os dados sobre a organização, as áreas, os fluxos e o volume de produção;
- Crítica do levantamento: analisar os dados reunidos, comparar o que está descrito nos manuais com o que se encontra na prática, utilizar um fluxograma para análise dos fluxos;
- Planejamento da solução: detalhar em um desenho em escala a melhor maneira de organizar o arranjo físico, através das análises já realizadas;
- Crítica do planejamento: analisar o arranjo físico proposto, verificando se as necessidades atuais e futuras serão atendidas;
- Implantação: realizar as mudanças propostas;
- Controle dos resultados: acompanhar se as mudanças atingiram os objetivos.

Segundo Slack et al. (2006), as principais etapas para elaborar um arranjo físico são:

- Compreender os objetivos estratégicos da organização, para que desta forma possa analisar o que se pretende que o arranjo físico proporcione.
- Analisar e considerar características de variedade de produtos e/ou serviços produzidos e características de volume (quantidade produzida), para poder selecionar o tipo de produção de manufatura ou serviço.
- Determinar a forma geral do arranjo de recursos produtivos da organização, definindo um tipo básico de arranjo físico.

De acordo com Schmenner (1999), para a elaboração de um arranjo físico deve-se examinar o fluxo de processo se existe um fluxo dominante e os limites de arranjo impostos pelo processo, analisar quais materiais transitam pelo sistema,

determinar a quantidade de espaço para cada centro de trabalho, escolher o tipo de arranjo físico que satisfaça o fluxo e determinar os fluxos de tráfego.

### 3.7 Métodos para elaboração do arranjo físico

#### 3.7.1 Planejamento sistemático do arranjo físico (SLP)

O *Systematic Layout Planning*, também chamado de sistema SLP é estruturado em inter-relações, que conforme Muther (1978) é o grau de proximidade dos recursos, o espaço dos itens a serem posicionados, e o arranjo das áreas e equipamentos de melhor forma possível. Incorporando estes conceitos, a elaboração de um arranjo físico através do sistema SLP se dá com o seguimento de seis passos:

- Passo 1: Apresentadas no QUADRO 2, usa-se a classificação de vogais para identificar o grau de importância da proximidade desejada ou necessária entre cada par de atividades preparando um diagrama de relacionamento (FIG. 8), e com o uso do QUADRO 3 pode-se fazer uma indicação da razão para tal proximidade.

Quadro 2 - Interligações preferenciais

<b>Classificação</b>	<b>Inter-relação</b>
A	Absolutamente necessária
E	Muito importante
I	Importante
O	Pouco importante
U	Desprezível
X	Indesejável

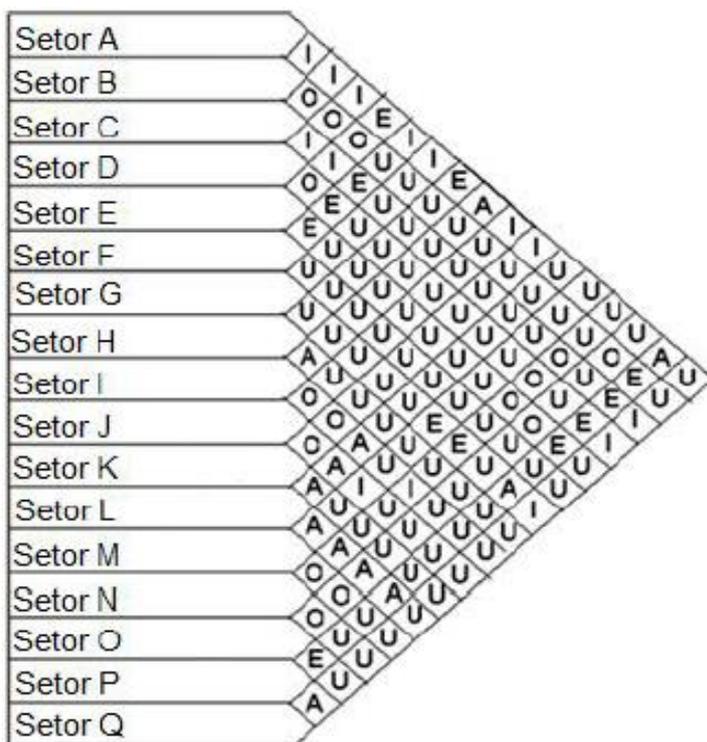
Fonte: Adaptado de Muther (1978).

Quadro 3 - Razão da proximidade

Código	Razão
1	Sequência do fluxo de material
2	Uso comum de equipamento
3	Mesmo pessoal
4	Mesmo espaço
5	Grau de contato pessoal
6	Fluxo de papéis
7	Uso de registros comuns
8	Trabalho semelhante
9	Barulho, vibração, fumaça e riscos
10	Outros

Fonte: Transcrito de Muther (1978).

Figura 8 - Diagrama de relacionamento



Fonte: Tortorella; Fogliatto (2008).

- Passo 2: Designar a área total necessária para cada atividade identificada no passo 1, para efetuar o cálculo destas áreas pode-se empregar o método de *Guerchet*, referido subsequentemente.
- Passo 3: com as informações do diagrama de relacionamento formado no passo 1, compor um diagrama de inter-relações (FIG. 9), o qual o círculo representa a atividade, e as linhas paralelas evidenciam o grau de

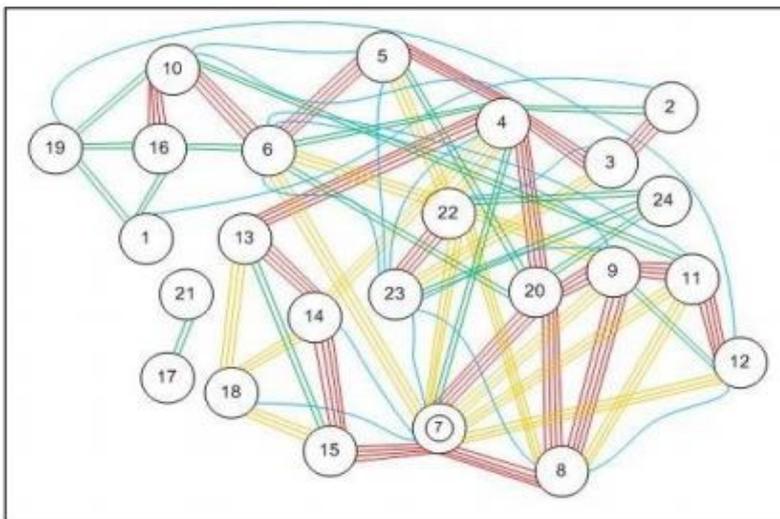
proximidade, quanto maior o número de linhas paralelas entre si maior será o grau de proximidade, como pode-se identificar no QUADRO 4. Para um melhor arranjo entre as inter-relações o diagrama pode ser reconstruído várias vezes, o intuito é dispor as atividades com alto grau de proximidade reunidas e as atividades com baixo grau de proximidade distante.

Quadro 4 - Interligações preferenciais

Classificação	Nº linhas
A	4
E	3
I	2
O	1
U	Em Branco
X	Em Branco

Fonte: Adaptado de Muther (1978).

Figura 9 - Diagrama de inter-relações entre atividades

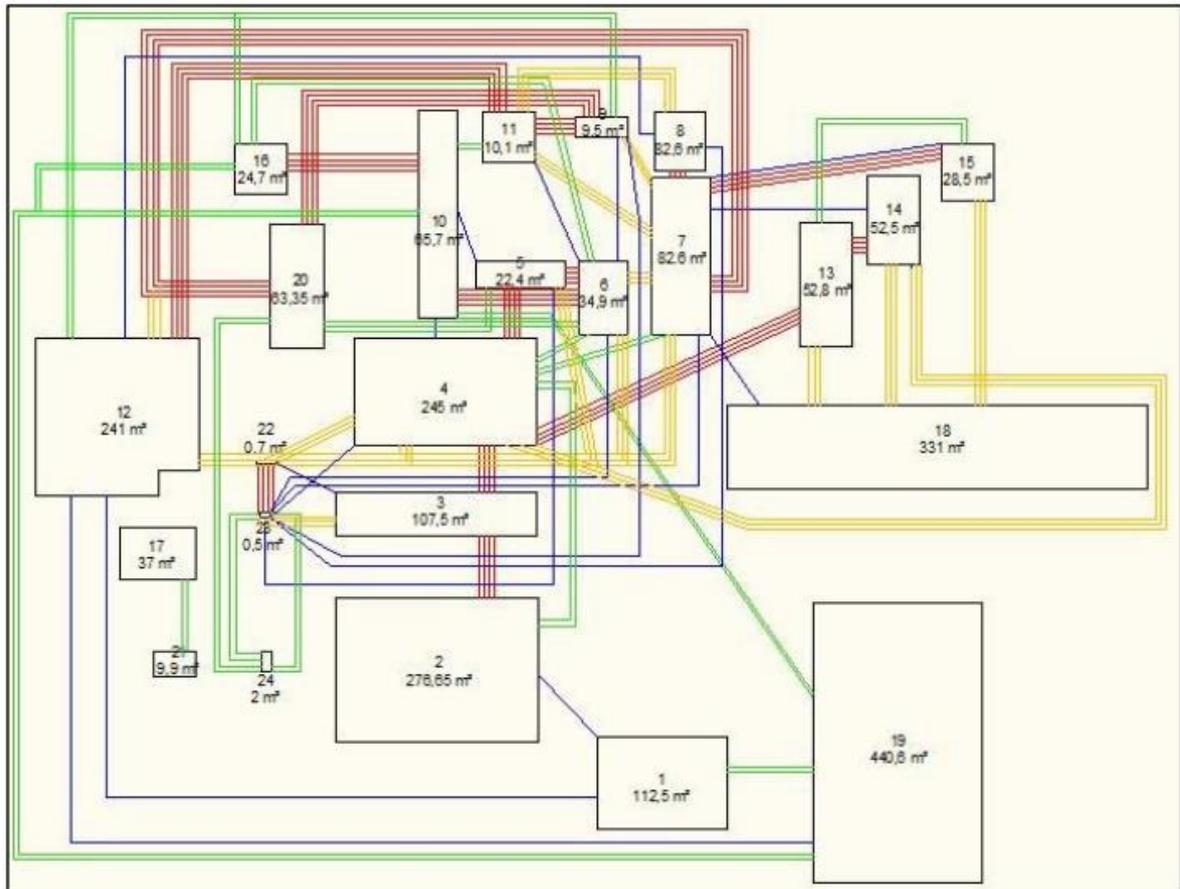


Fonte: Oliszeski, C.; et. al.

- Passo 4: Desenhar um diagrama de inter-relações entre espaços em escala (FIG. 10), de acordo com o diagrama montado no passo 3, substitui-se os círculos pelo desenho da área de cada atividade encontrada pelo cálculo realizado no passo 2, pode-se realizar algumas modificações no arranjo do diagrama da FIG. 8 levando em consideração a facilidade de acesso, a configuração de equipamentos, as características dos prédios, as conveniências de pessoal, a disponibilidade de suprimentos, e o controle e

procedimentos. O adequado é preparar mais de um diagrama para testar possibilidades diferentes.

Figura 10 - Diagrama de inter-relações entre espaços



Fonte: Oliszeski, C.; et. al.

- Passo 5: Averiguar os diagramas de inter-relações de espaço, e optar pelo mais eficiente.
- Passo 6: por último, desenhar o arranjo físico em escala empregando o diagrama de espaço escolhido.

De acordo com Moreira (2001) o *Systematic Layout Planning* é um método qualitativo, permitindo uma avaliação subjetiva, baseada em mais de um critério, onde o analisador, elaborando um diagrama de relacionamento, estabelece para cada par de centros de trabalho o grau de conveniência de ficarem próximos ou distantes. Depois de estabelecidos os graus de proximidade, adaptam-se os postos

de trabalho à área existente para o arranjo físico, respeitando o máximo possível os graus de proximidade.

### 3.7.2 Método de *Guerchet*

O método de *Guerchet* é aplicado para calcular a área total do arranjo físico, e conforme Oliveira (2000) deve-se considerar para este cálculo:

Superfície estática ( $S_e$ ): área de projeção do equipamento sobre o solo, obtida através da medição direta do equipamento ou a partir de informações do manual fornecido pelo fabricante.

Superfície de gravitação ( $S_g$ ): área utilizada pelo operador para circulação em torno do posto de trabalho, é dada pela EQUAÇÃO 1.

$$S_g = S_e \times N \quad (1)$$

Onde, N é o número de lados do equipamento utilizado pelo operador.

Superfície de circulação ( $S_c$ ): área necessária para a circulação de pessoas entre os postos de trabalho, obtida através da EQUAÇÃO 2 representada a seguir:

$$S_c = (S_e + S_g)K \quad (2)$$

De acordo com Cabanillas (2004), K é um coeficiente único de circulação de toda planta, e segundo Oliveira (2000) ele varia entre 0,05 e 3,00, e é dado pela EQUAÇÃO 3.

$$K = \frac{AO}{2(MD)} \quad (3)$$

Onde, AO é a altura máxima dos objetos deslocados, e MD é a dimensão média de móveis e equipamentos.

Superfície total ( $S_t$ ): área total necessária para o arranjo físico. Calculada pela EQUAÇÃO 4 mostrada a seguir:

$$S_t = S_e + S_g + S_c \quad (4)$$

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Descrição e características da Empresa

A empresa estudada faz parte de um grupo de empresas que atuam no seguimento de extração e beneficiamento de rochas ornamentais desde 1990, onde se tornou referência nacional e também uma forte exportadora de mármore, granitos e quartzos.

Esta filial está situada ao sul de Minas Gerais, onde beneficia granitos, e os materiais produzidos nesta unidade são: *Candeias Green*, *Piracema White*, *Imperial Coffee* e *Chocolate*.

Estes materiais são providos de jazidas pertencentes ao próprio grupo, o que acaba facilitando o acesso à matéria-prima, que neste ramo isto é fundamental para manter um padrão de cores e movimentações do material mais uniforme.

Atualmente, a unidade estudada, além de beneficiar rochas ornamentais, funcional como um centro de vendas de chapas polidas de granito para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país.

### 4.2 Coleta de dados

Para efetuação da pesquisa e análise dos processos serão adquiridos os seguintes dados:

- Área atual da empresa que compreende o processo de beneficiamento das rochas ornamentais, organizados em planilha eletrônica;
- Fluxo de produção.

### 4.3 Técnicas e métodos

A análise dos dados encontrados será distribuída em tabelas através de planilha eletrônica, e para expor o *layout* atual e realizar uma nova proposta de *layout* será utilizado um *software* de desenho auxiliado por computador.

Através das informações obtidas pela coleta de dados, foram aplicados os seguintes métodos:

#### **4.3.1 Método de *Guerchet***

Segundo Oliveira (2000), conforme a EQUAÇÃO 4, considera-se a área total necessária como o somatório de três elementos:

- a) Superfície estática ( $S_e$ ): área própria preenchida pelo equipamento ou posto de trabalho.
- b) Superfície de gravitação ( $S_g$ ): área necessária para a circulação do operador, obtida pela EQUAÇÃO 1.
- c) Superfície de circulação ( $S_c$ ): área necessária para movimentação de pessoas entre os postos de trabalho, obtida pela EQUAÇÃO 2. Onde utiliza-se um coeficiente de circulação ( $K$ ) de valor 0,05, encontrado pela EQUAÇÃO 3.

#### **4.3.2 Systematic Layout Planning (SLP)**

A elaboração de um arranjo físico, conforme Muther (1978), dá-se através de seis passos:

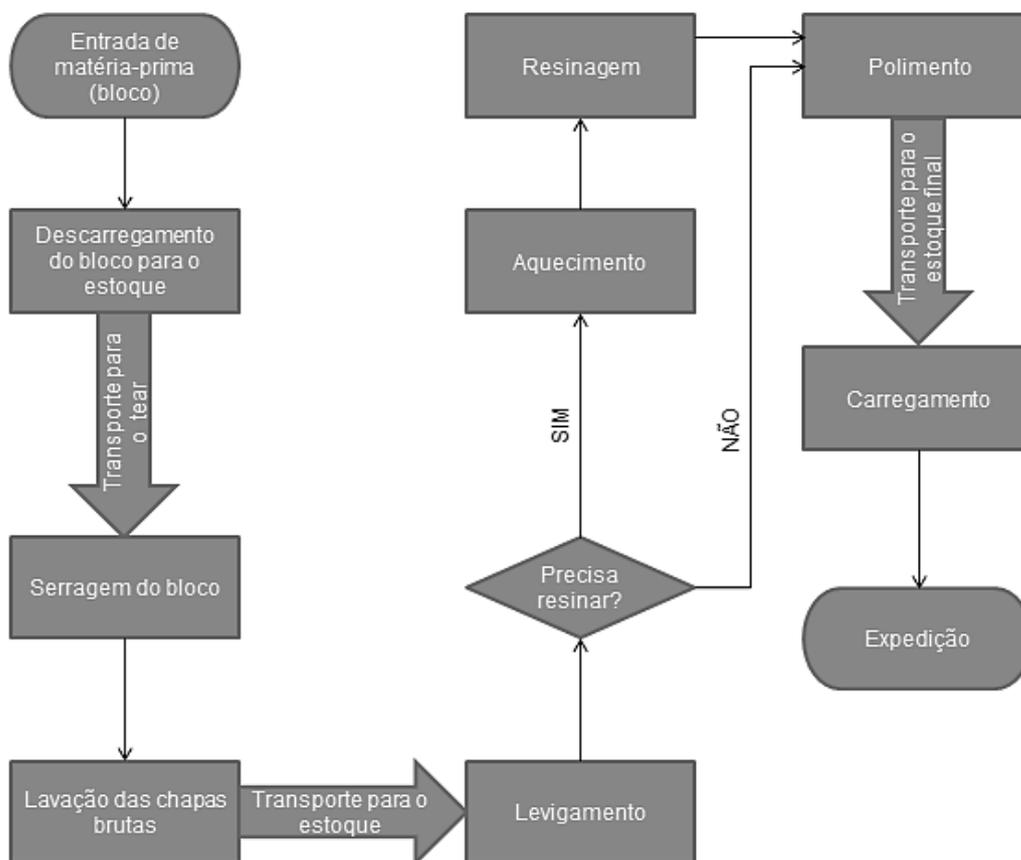
- Passo 1: Identificar o grau de importância da proximidade desejada ou necessária entre cada par de atividades preparando um diagrama de relacionamento, com auxílio dos QUADROS 1 e 2.
- Passo 2: Determinar a área total necessária para cada atividade identificada no passo 1.
- Passo 3: Compor um diagrama de inter-relações, reunindo atividades com alto grau de proximidade e distanciando as com baixo grau de proximidade.
- Passo 4: Desenhar o diagrama de inter-relações, substituindo os círculos do passo 3 pela representação em escala das áreas necessárias para cada atividade
- Passo 5: Escolher o diagrama mais eficiente.
- Passo 6: Com base no diagrama escolhido, desenhar o arranjo físico em escala.

## 5 ANÁLISE E RESULTADOS

### 5.1 Descrição do processo de produção

A figura a seguir (FIG. 11) mostra o fluxo do processo produtivo da empresa em análise, e com isto, descreve-se o processo de produção:

Figura 11 - Fluxograma do processo produtivo



Fonte: O Autor (2015).

Os blocos de granito são descarregados para o estoque de matérias-primas, onde a medida em que vai realizando-se a manufatura, estes blocos saem para o processo de produção.

Ao sair do estoque, os blocos seguem para os teares para serem transformados em chapas brutas de granito, os teares serram até dois blocos por vez, após o processo de serrada, as chapas são lavadas para identificação de suas

características e movimentações de cores, e posteriormente são classificadas e enviadas para a politriz.

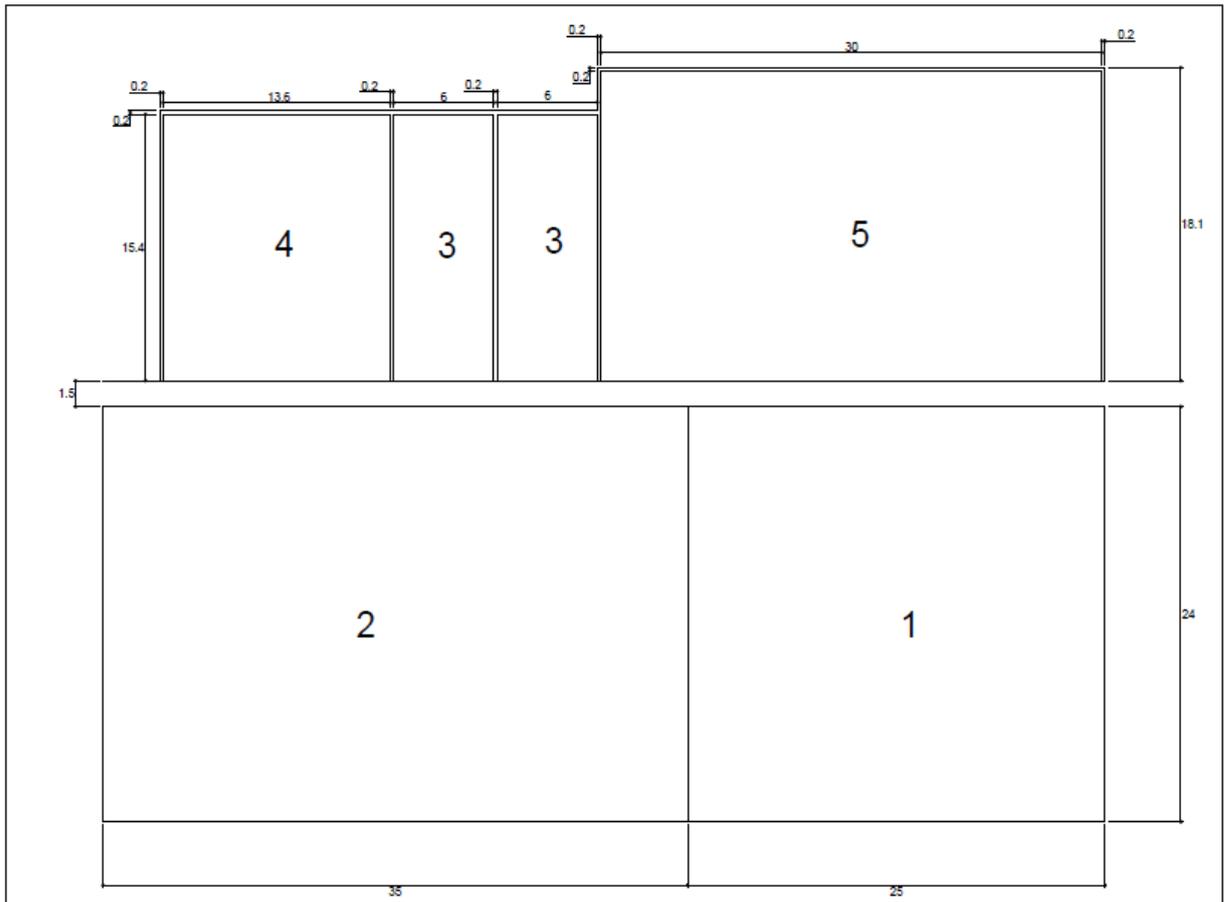
Já na politriz, usa-se primeiro, abrasivos com maior granulometria para efetuar o processo de levigamento das chapas brutas, que consiste em um processo de desbaste para que a superfície das chapas fique uniforme.

Após o levigamento, verifica-se a necessidade da aplicação de resina para realçar a qualidade do material, caso haja esta necessidade a chapa de granito é aquecida e logo após recebe uma camada superficial de resina. Caso não seja necessário a resinagem, a chapa continua na politriz porem troca-se o material abrasivo por um de menor granulometria para efetuar o processo de polimento das chapas.

Finalmente as chapas polidas de granito são transportadas para o estoque de produtos acabados e armazenadas em suportes verticais de madeira para facilitar a movimentação de cada peça.

## **5.2 Layout da empresa analisada**

A seguir apresenta-se o atual *layout* utilizado pela empresa estudada (FIG. 12), assim como o detalhamento de cada área em questão.

Figura 12 - *Layout* atual do setor de produção

Fonte: O Autor (2015).

O setor de produção foi identificado numericamente como sendo 1 o estoque de blocos, 2 o estoque de chapas brutas, 3 o tear, 4 a politriz e 5 o estoque de chapas acabadas. A atual disposição dos postos de trabalho no *layout* utilizado pela empresa implica em uma grande movimentação do produto na linha de produção, principalmente entre os postos 4 e 5, que é onde há maior transportação de chapas polidas que saem da politriz para serem armazenadas no estoque de chapas acabadas, e por se tratar de um produto que possui peso elevado, gasta-se mais energia e tempo dos maquinários que realizam o transporte entre os postos de trabalho, gerando assim uma movimentação que não agrega valores ao produto final.

A área física do setor de produção da empresa responsável pelo beneficiamento de rochas ornamentais possui uma área construída de 2193,98 m<sup>2</sup>, conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1 - Levantamento da área física por estação de trabalho

<b>Identificação</b>	<b>Posto de trabalho</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
1	Estoque de blocos	600,00
2	Estoque de chapas brutas	840,00
3	Tear	92,40
4	Politriz	118,58
5	Estoque de chapas acabadas	543,00
<b>Área total</b>		<b>2193,98</b>

Fonte: O Autor (2015).

O posto de trabalho 1, estoque de blocos, possui uma área de 600,00 m<sup>2</sup> onde é realizado o descarregamento e, também, a armazenagem de blocos provindos de pedreiras fornecedoras de matéria-prima. Já o posto de trabalho 2 possui uma área de 840,00 m<sup>2</sup>, onde são armazenadas as chapas brutas de granito, este posto necessita de uma área maior devido à grande necessidade de movimentação das chapas. O posto de trabalho 3 possui uma área de 92,40 m<sup>2</sup>, onde os blocos de granitos são serrados e a movimentação do produto é realizado em apenas um lado do equipamento. Assim, o posto de trabalho 4 possui uma área 118,58 m<sup>2</sup>, onde a politriz realiza os processos de levigamento e polimento das chapas brutas de granito, o trabalho realizado pelo operador neste posto é executado em dois lados do equipamento, um dos lados recebe as chapas brutas para o processamento e o outro despacha as chapas já polidas para o posto de trabalho 5, identificado como estoque de chapas acabadas, que por sua vez possui uma área de 543,00 m<sup>2</sup>, onde são armazenadas as chapas polidas de granito produzidas na empresa, neste posto de trabalho também é realizado o carregamento de chapas acabadas em caminhões.

### **5.3 Reelaboração do *layout***

O dimensionamento da área de produção compreende a área mínima necessária ocupada pelos postos de trabalho, visando o melhor transporte interno dos produtos em processo e também melhor movimentação dos funcionários.

### 5.3.1 Levantamento da área física dos postos de trabalho

Com o emprego do método de *Guercht*, foram obtidas as áreas físicas em m<sup>2</sup> que se fazem necessárias para cada posto de trabalho, todos os postos de trabalho resultam em uma superfície total de 2.139,67 m<sup>2</sup>, como evidenciado na tabela 2.

Tabela 2 - Levantamento da área física, segundo método de *Guerchet*

Ident.	Posto de trabalho	Sup. Estática (SE)	Sup. Gravitação (SG)	N	Sup. Circulação (SC)	Sup. Total (ST)
1	Estoque de blocos	408,70	90,00	1	24,94	523,64
2	Estoque de chapas brutas	692,92	82,25	1	38,76	813,93
3	Tear	92,40	9,00	1	5,07	106,47
4	Politriz	118,58	40,42	1	7,95	166,95
5	Estoque de chapas acabadas	481,00	22,50	1	25,18	528,68
<b>Área total</b>		1793,60	244,17	1	101,90	2139,67

Fonte: O Autor (2015).

Observa-se pela tabela 2 que a área total necessária para o setor de produção é de 2139,67 m<sup>2</sup>, uma área menor do que a área total praticada atualmente na empresa, o que desta forma pode-se reduzir distâncias para racionalizar o espaço existente.

### 5.3.2 Proposta de *layout* para o setor de produção

Para elaborar um novo *layout* para o setor de produção foi aplicado o *systematic layout planning* (SLP), levando em consideração o grau de importância de proximidade (Quadro 5), e a inter-relação (Fig. 13) entre as atividades do setor de produção.

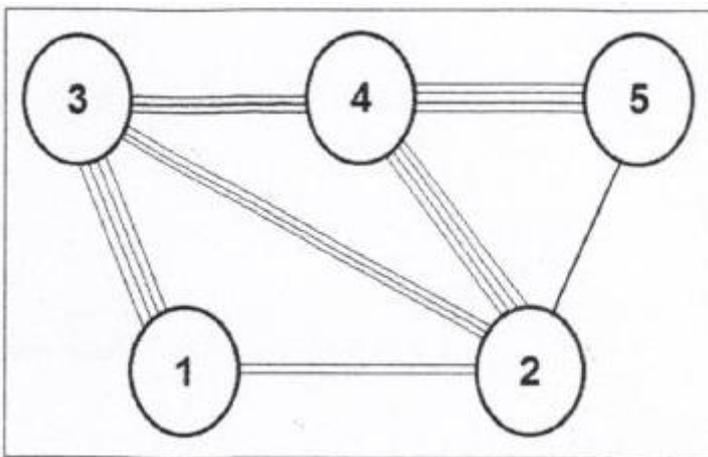
Quadro 5 - Diagrama de relacionamento

<b>Identificação</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	-	I	A	U	U
<b>2</b>		-	E	A	O
<b>3</b>			-	E	U
<b>4</b>				-	A
<b>5</b>					-

Fonte: O Autor (2015).

No diagrama de relacionamento utilizou-se a classificação de vogais para representar o grau de importância da proximidade desejada entre os postos de trabalho. Logo, os pares de postos de trabalho classificados como A é absolutamente necessária a proximidade, os classificados como E é especialmente necessária, os classificados como I são importantes ficarem próximos, os postos classificados como O é regular que fiquem próximos e os classificados como U não possuem importância em ficarem próximos.

Figura 13 - Diagrama de inter-relações entre atividades



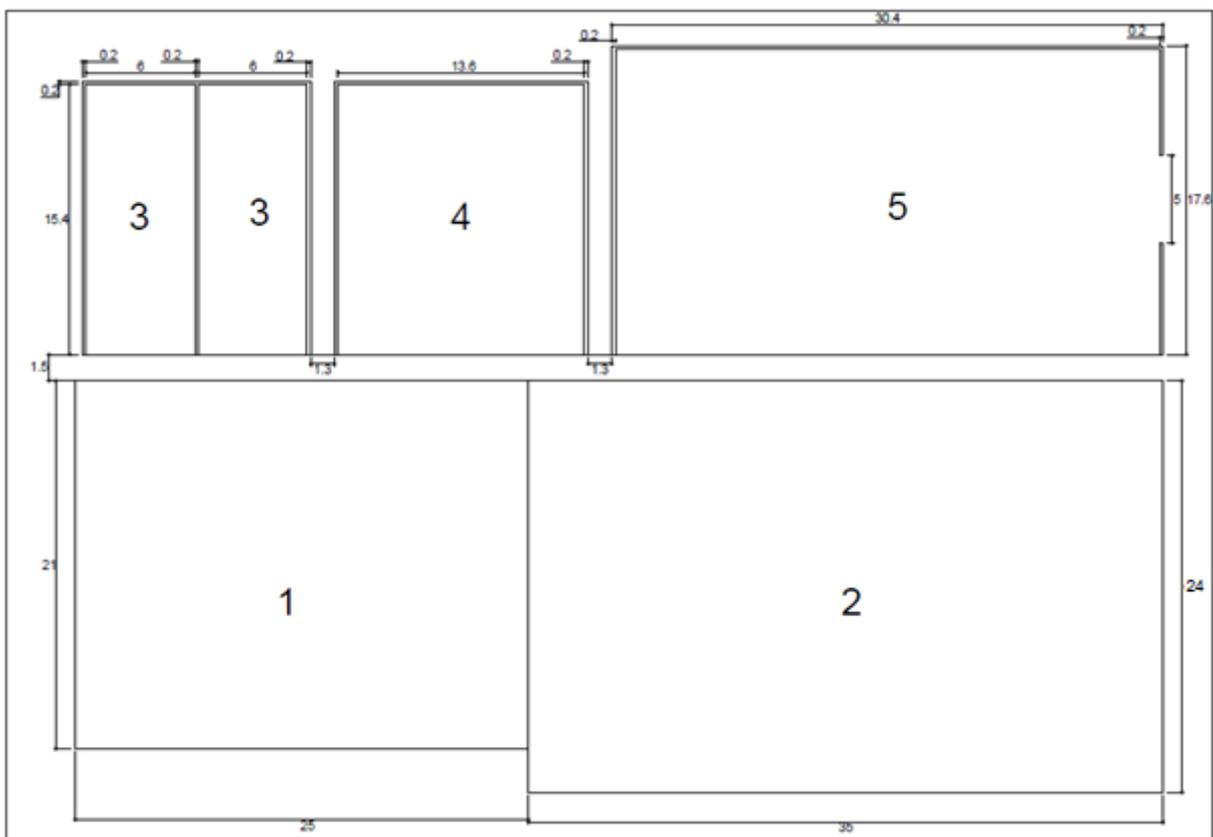
Fonte: O Autor (2015).

Com base nas informações do diagrama de relacionamento, o diagrama de inter-relações representa através de círculos a disposição dos postos de trabalho e as linhas paralelas representam o grau de proximidade entre eles. Onde os postos que são ligados por quatro linhas possuem grande importância de estarem próximos, os postos ligados por três linhas possuem a necessidade de serem alocados próximos, os postos de trabalho ligados por duas linhas possuem pouca

importância de estarem próximos em relação aos que possuem mais linhas, e finalmente os postos de trabalho que não são ligados por linhas não possuem necessidade de ficarem próximos ou a proximidade é indesejável.

Após o levantamento de informações em relação a fluxo de produção, área atual do *layout* do setor de produção, área física realmente necessária de acordo com o método de *Guerchet*, foi elaborado um novo *layout* para o setor de produção afim de otimizar e reduzir a movimentação do produto na linha de produção, conforme mostra figura 14.

Figura 14 - Modelo de *layout* proposto



Fonte: O Autor (2015).

O modelo de *layout* proposto possui uma área total de 2177,34 m<sup>2</sup>. Onde em comparação com o *layout* atualmente utilizado pela empresa, pode-se notar que houve uma realocação de postos de trabalho para que desta forma a produção seguisse um padrão com menos movimentações do produto entre os postos de trabalho, facilitando assim o fluxo produtivo.

Nota-se também que houve uma redução na área física dos postos de trabalho 1, 2 e 5, pois estes postos apresentavam áreas maiores do que suas necessidades apresentavam, aproximando e melhor utilizando o espaço destinado a realização de atividades de cada posto de trabalho.

Inverteram-se as posições entre a politriz (4) e o tear (3) para que desta forma as chapas acabadas que saem da politriz percorram um caminho menor para serem armazenadas no estoque de chapas acabadas. Acrescentou-se dois corredores de 1,3 metros de largura, um entre os postos de trabalho 4 e 5, e um entre os postos 3 e 4, para melhor movimentação de funcionários ao redor dos equipamentos.

Trocou-se a posição entre o estoque de blocos (1) e o estoque de chapas brutas (2) para que desta forma o estoque de blocos fique próximo ao tear (3) facilitando o transporte de blocos para serem serrados. O estoque de chapas brutas (2) aproximou-se da politriz (4) facilitando o acesso ao maquinário.

### **5.3.3 Considerações finais**

Fazendo uma avaliação do *layout* atual da empresa evidencia-se que, em relação a espaço físico, a empresa possui uma área total suficiente para sua linha de produção, totalizando uma área de 2193,98 m<sup>2</sup>.

Empregando o método de *Guerchet* fez-se um levantamento da área necessária para cada posto de trabalho da linha de produção, levando em consideração a área ocupada pelos equipamentos, materiais e a circulação de funcionários. E pode-se constatar que o espaço atualmente disposto pela empresa para o setor produtivo é mais do que necessário para realizar operações de movimentação com os produtos.

Utilizando o SLP identificou-se a inter-relação entre os postos de trabalhos, e a necessidade de estarem próximos ou não na linha de montagem.

Após a análise dos resultados obtidos, foi proposta a empresa um novo *layout* para o setor de produção, realocando alguns postos de trabalho, para que desta forma haja uma menor movimentação de materiais, otimizando e organizando a produção, e facilitando melhorias futuras.

## 6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que através dos resultados obtidos, a empresa objeto deste estudo possa avaliá-los e levantar a hipótese de implantar o *layout* proposto a fim de contribuir para uma maior eficiência operacional, reduzindo movimentações desnecessárias, as quais não agregam valores ao produto final, e otimizando assim sua linha de produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Disponível em: [www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br). Acessado em setembro de 2015.

\_\_\_\_\_. ABNT NBR 15012 (2013): Rochas para revestimentos de edificações – Terminologia. Rio de Janeiro, 2015.

ARAUJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional:** arquitetura, *benchmarking*, *empowerment*, gestão pela qualidade total, reengenharia. São Paulo: Atlas, 2001.

BULGACOV, S. **Manual de gestão empresarial.** São Paulo: Atlas, 1999.

CABANILLAS, M. **Dieño de distribucion em planta de una empresa têxtil.** 2004. Tesis (Graduação em Engenharia Industrial) – *Universidad Nacional Mayor de San Marcos* – UNMSM, Lima – Perú, 2004. Disponível em: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/ingenie/munoz\\_cm/contenido.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/ingenie/munoz_cm/contenido.htm). Acesso em: 03 jun. 2015.

CHIODI FILHO, C. **Cadeia produtiva de rochas ornamentais:** seminário nacional prevenção e controle da exposição aos agentes ambientais em marmorarias. São Paulo, 2008.

COIMBRA FILHO, C. G. **Relação entre processo de corte e qualidade de superfícies serradas de granitos ornamentais.** São Carlos: USP, 2006.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produções e operações:** manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CURY, A. **Organização e métodos:** uma visão histórica. São Paulo: Atlas, 1995.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R. **Fundamentos da administração da produção.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços:** operações, estratégia e tecnologia de informação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. A. **Administração dos materiais e do patrimônio.** São Paulo: Thomson, 2002.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações.** 8. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

GURGEL, F. A. **Glossário de engenharia de produção.** 7. ed. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2001.

LOPES, A. O.; SIEDENBERG, D.; PASQUALINI, F. **Gestão da produção.** Rio Grande do Sul: Unijuí, 2010.

MACHADO, M.; CARVALHO, D. **Técnicas para polimento e lustro de mármore e granitos**. São Paulo: Brasil Mineral, 1992.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. rev. aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 5. reimpr. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

MOREIRAS, S. T. F. **Estudo sobre o revestimento de fachadas de edifícios altos com placas de granitos ornamentais**. São Carlos: USP, 2005.

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

OLISZESKI, C.; et al. **Proposta de arranjo físico para melhoria do fluxo de operações em uma unidade de secagem industrial de erva-mate**. Disponível em: <[http://pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/ebook/2009/CONGRESSO S/Nacionais/2009%20-%20SIMPEP/XVI\\_SIMPEP\\_Art\\_15\\_a.pdf](http://pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/ebook/2009/CONGRESSO%20S/Nacionais/2009%20-%20SIMPEP/XVI_SIMPEP_Art_15_a.pdf)>. Acesso em 04 junho 2015.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organização & métodos: uma abordagem gerencial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

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

PIRES, P. R. **Caracterização sócio-econômica e ambiental da atividade do tratamento de quartzito na região de Ouro Preto**. Ouro Preto: UFOP, 2007.

REIS, R. C.; SOUSA, W. T. **Método de lavra de rochas ornamentais**. Ouro Preto: REM: Revista Escola De Minas, 2003

ROCHA, H. M. **Arranjo físico industrial**. Rio de Janeiro: UERJ, 2011. Disponível em: <[http://www.fat.uerj.br/intranet/disciplinas/Arranjo%20Fisico%20 Industrial/Apostila\\_AFI\\_UERJ\\_Henrique.pdf](http://www.fat.uerj.br/intranet/disciplinas/Arranjo%20Fisico%20Industrial/Apostila_AFI_UERJ_Henrique.pdf)>. Acesso em 21 maio 2015.

SCHUMANN, W. **Rochas e Minerais**. Rio de Janeiro: Ao livro técnico, 1982.

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

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de Produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, N.; et al. **Administração da produção: edição compacta**. São Paulo: Atlas, 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUSA, J. G. **Análise ambiental do processo de extração e beneficiamento de rochas ornamentais como vistas a uma produção mais limpa**: aplicação em Cachoeiro de Itapemirim – ES. Juiz de Fora: UFJF, 2007.

TORTORELLA, G.; FOGLIATTO, F. **Planejamento sistemático de *layout* com apoio de análise de decisão multicritério**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132008000300015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132008000300015)>. Acesso em: 03 junho 2015.

VIDAL, F. W. H. **A indústria extrativa de rochas ornamentais no Ceará**. São Paulo: USP, 1995.