

# ARRANJO FÍSICO PARA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS: ESTUDO DE CASO DE UMA SERRARIA

FREITAS, Leandro da Silva<sup>1</sup>  
GUIMARÃES, Daniel Peisino<sup>2</sup>  
SOUZA, Lauro Piazzarolo<sup>3</sup>  
DELATORRI, Maycon da Silva<sup>4</sup>

## RESUMO

A produção das rochas ornamentais passam por diversas etapas desde a extração do bloco até virar um produto acabado. Boa parte dessa transformação ocorre dentro das serrarias, que demandam diversos funcionários e diferentes tipos de máquinas e equipamentos. Com um mercado cada vez mais competitivo diminuir os custos de produção é sempre necessário. Um fator que influencia diretamente sobre isso é o arranjo físico. Um layout adequado gera economia de produtividade e torna o ambiente de trabalho mais seguro. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi elaborar o projeto do layout de uma indústria de beneficiamento de rochas ornamentais, analisando seu arranjo físico atual e fluxo de materiais. Esse artigo foi feito com base em uma serraria do Sul do Espírito Santo. Foram feitas visitas *in loco*, entrevista com funcionários responsáveis pelo setor, podendo observar os procedimentos de trabalho e fluxo de materiais. Notou-se que o arranjo físico que se enquadra a serraria é o por produto. Foi possível identificar melhorias que podem ser feitas no layout para melhorar o fluxo de materiais tornando-o mais linear e melhorando a produtividade.

**Palavras-chave:** Rochas ornamentais. Serraria. Layout. Arranjo físico.

## ABSTRACT

The production of ornamental rocks goes through several stages from the extraction of the block to becoming a finished product. Much of this transformation takes place inside sawmills, which require several employees and different types of machinery and equipment. With an increasingly competitive market, reducing production costs is always necessary. One factor that directly influences this is the physical arrangement. Proper layout saves productivity and makes the work environment safer. Thus, the objective of this work was to elaborate the layout design of an ornamental stone processing industry, analyzing its current physical arrangement and material flow. This article was made based on a sawmill in the south of Espírito Santo. On-site visits were made, interviews with employees responsible for the sector, being able to observe the work procedures and material flow. It was noted that the physical arrangement that fits the sawmill is per product. It was possible to identify improvements that can be made in the layout to improve the flow of materials making it more linear and improving productivity.

**Key-Words:** Ornamental rocks. Sawmill. Layout. Physical arrangement.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Produção pela Faculdade Multivix Cachoeiro.

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Produção pela Faculdade Multivix Cachoeiro.

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia de Produção pela Faculdade Multivix Cachoeiro.

<sup>4</sup> Professor e Orientador do curso de Administração na Faculdade Multivix Cachoeiro. Administrador formado pela FICASTELO. Mestre em Administração pela FUCAPE. E-mail: mdelatorri@hotmail.com.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor de rochas ornamentais tem grande importância econômica para o Brasil. Em 2018 os negócios brasileiros nessa área movimentaram cerca de US\$5,0 bilhões de dólares, gerando 120 mil empregos diretos e 360 mil indiretos. Existem cerca de 10.000 empresas e o parque de produção nacional tem capacidade produtiva de beneficiamento de 90 milhões de metros quadrados por ano (Chiodi Filho, 2019).

Mattos (2000), explica que a rocha é um agregado sólido de minerais e estrutura química definida, sendo classificadas em magmáticas, sedimentares e metamórficas. Já as rochas ornamentais são rochas que possuem propriedades que a torna possível ser usada como revestimento em diversas aplicações: pisos, paredes, bancadas, pias, balcões, mesas e outros. As rochas possuem diversos litotipos, porém, comercialmente são denominadas mármore (as rochas carbonáticas) e granitos (as rochas silicáticas).

Segundo Altoé e Silveira (2020) as rochas ornamentais passam por três etapas de transformação: a exploração, onde ocorre a retirada do bloco do maciço rochoso; o beneficiamento primário, onde o bloco é serrado por um tear e transformado em chapas; e o beneficiamento secundário, quando as chapas recebem um desbaste superficial por uma politriz gerando brilho.

Os transformadores das rochas ornamentais também são denominados de: “pedreira”, onde ocorre a exploração, “serraria” que faz o beneficiamento primário (serrada) do bloco e o secundário (polimento) da chapa; e as “marmorarias” que fazem os cortes das chapas.

Mesmo com crescimento marcante na produção e exportação de rochas ornamentais nos últimos anos, as empresas de beneficiamento em sua grande parte são familiares, com conhecimentos de produção empíricos, o que aumenta a possibilidade de desperdícios, quebra de equipamentos, atraso na produção e outros (COIMBRA FILHO, 2006).

É essencial conhecer todos os elementos do sistema produtivo para avaliar seu funcionamento e eficiência. Um fator muito importante no processo produtivo

que pode interferir diretamente na produtividade da empresa de beneficiamento de rochas ornamentais é o arranjo físico (também chamado de layout).

Segundo Huberman (1936, apud LIMA FILHO e MALAGUTTI, 2017), o crescimento de mercado provoca um crescimento da produção, o que acaba gerando novos arranjos físicos e a necessidade da empresa se adaptar a nova realidade.

Para Azevedo e Braga (2013) as empresas devem seguir três fatores para se tornarem competitivas: a produtividade, a qualidade e inovação, e um ponto inicial e simples que é a reformulação do layout. Pequenas mudanças na localização de equipamentos, máquinas e/ou processo produtivo pode afetar a eficiência da produção e os custos.

Um layout reformulado tem o objetivo de melhorar efetivamente o sistema produtivo, torna o ambiente mais confortável, seguro aos funcionários e mais favorável ao trabalho, além de utilizar da melhor forma o espaço físico disponível e a capacidade produtiva.

A rocha ornamental passar por diversos setores dentro da indústria. As rochas possuem alta densidade e seu transporte demanda cuidados e utilização de equipamentos mecânicos para movimentação, qualquer erro, atraso e movimentos desnecessários nesse processo podem gerar acidentes graves, prejuízos e/ou aumento de custo para a empresa. Então um layout ideal deve ser sempre avaliado. Dessa forma, a elaboração desse trabalho busca responder a seguinte pergunta: quais mudanças podem ser feitas no arranjo físico da indústria de beneficiamento de rochas ornamentais a fim de melhorar a performance dos agentes envolvidos no processo produtivo?

Esse artigo tem como objetivo elaborar o projeto do layout para a realização das operações de beneficiamento de mármore e granitos, analisando seu arranjo físico atual e fluxo de materiais. Identificar os possíveis problemas de desempenho do layout utilizado. Propor melhorias ou outro tipo de layout mais adequado ao estilo de trabalho.

Para realização desse trabalho foi feito um estudo em uma serraria no Sul do Espírito Santo. As informações foram colhidas *in loco* através de visitas ao local, entrevista com os funcionários e observação dos procedimentos de trabalho e fluxo dos materiais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Entende-se que o layout é a melhor utilização do espaço disponível que aumente a eficiência do processo em uma menor distância e tempo. Segundo Anton, Eidelwein e Diedrich (2012), o layout pode ser definido como a distribuição de máquinas e estações de trabalho em um ambiente, buscando uma movimentação correta de materiais e informações proporcionando maior produção em um menor tempo.

Para Gaither e Frazier (2001 apud AZEVEDO e BRAGA 2013), planejar o layout ou arranjo físico, é planejar o local certo em que cada máquina deve ser instalada aproveitando ao máximo os espaços não levando em conta apenas a melhor disposição, mas também observando as condições de trabalho dos operadores. Evitando ziguezagues e proporcionando um fluxo mais linear possível, poupando esforço humano e tempo.

Marques (2019) lembra que um bom arranjo físico também levar em conta a higiene e segurança do trabalhador. Muitas vezes máquinas ou equipamentos são colocados em locais impróprios que não tem área suficiente para adequar o layout, dar segurança e higiene ao trabalhador e manter um bom desempenho produtivo

Barcelos et al. (2013) mostram que um arranjo mal planejado pode causar problemas como fluxo mais longos, filas de clientes, operações inflexíveis, altos *lead time*, aumento dos custos e de estoque. Afirmam ainda que um layout funcional reduz movimentações desnecessárias, define corredores de circulação evitando cruzamentos, entre outros.

Assim como Barcelos et al. (2013), Longaray e Fiussen (2014) explicam que o arranjo físico da produção, também chamado de arranjo produtivo, proporcionam aos equipamentos e instalações da empresa atenderem as necessidades de produção, garantindo sequências das atividades, diminuindo distâncias e

melhorando o fluxo. Possibilita um estoque mais baixo e redução do tempo de espera das filas.

Dutra (2008) também enfatiza que o arranjo físico é um componente importante a ser considerado para o ganho da produtividade, pois ele integra os caminhos dos componentes do serviço ou produto buscando melhorar a relação entre o pessoal, equipamentos e materiais que movimentam.

Definir um arranjo físico é planejar os caminhos necessários dos componentes usados na produção para obter um relacionamento eficiente e econômico entre esses e o pessoal, equipamentos e materiais. Para elaboração do arranjo físico ou layout de espaços devem ser aplicadas técnicas, com ferramentas de dimensionamento, fluxograma e relacionamento entre as atividades (ODA e MARQUES, 2008).

### **2.1. Os Tipos De Arranjos Físicos**

A escolha do layout ideal deve ser antecedida pela determinação da capacidade produtiva da empresa, que depende dos gargalos da produção. Cada produto ou insumo demandam diferentes tipos de armazenagem, manuseio e transporte. Com isso existem diferentes tipos de arranjos a serem utilizados de acordo com a necessidade da empresa (MARTINS e LAUGENI, 2006).

De acordo com Dutra (2008), na literatura são mostrados diversos tipos de arranjos físicos, com suas vantagens, aplicações e formas. Porém a maioria é derivada de quatro tipos principais de arranjos. Esses principais são denominados: Arranjo físico posicional, arranjo físico por processo ou funcional, arranjo físico por produto e arranjo físico celular. Dutra (2008) define esses arranjos como:

- Arranjo físico posicional: O arranjo físico tem uma característica que o torna diferente dos demais. Nele, em vez de materiais, informações ou clientes fluírem por uma operação, quem sofre o processamento fica parado, enquanto os equipamentos, maquinários, instalações e pessoas se movem ao seu redor. Um exemplo típico desse processo é a construção de um navio, cujas dimensões e peso inviabilizam a movimentação.

- Arranjo físico por processo ou funcional: Esse arranjo é caracterizado pelo agrupamento de equipamentos e máquinas que desempenham o mesmo processo em um mesmo espaço físico chamado de seção ou departamento.
- Arranjo físico por produto: Nesse arranjo, as máquinas e estações de trabalho são colocadas em linha de acordo com a sequência de operações e são executadas de acordo com a sequência estabelecida sem caminhos alternativos. Dessa forma, o material percorre o processo por um caminho previamente planejado.
- Arranjo físico celular: Também conhecido como layout célula, consiste em arranjar em um único local máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro. Entrando na operação, o produto é movimentado para uma parte específica (célula), que concentra todos recursos transformadores a atender sua necessidade de imediato.

## **2.2. Planejamento Sistemático do Layout (SLP)**

Loureiro (2011) explica que um planejamento errado do layout da empresa pode gerar vários gastos que poderiam ser evitados com um planejamento ideal. Para isso, pode-se utilizar um sistema de planejamento de layout. Um sistema mais utilizado hoje em dia é o SLP (Systematic Layout Planning), utilizada para planejamento e desenvolvimento de novo arranjos com objetivo de alcançar máxima eficiência do arranjo físico.

O sistema SLP foi desenvolvido por Richard Muther. Desde os anos 30 o autor começou interar o roteiro de trabalho com fluxograma e escreveu o livro "Practical Plant Layout", publicado em 1955 pela McGraw Hill. E depois Systematic Layout Planning, de 1973. No livro, é mostrado o passo a passo a ser seguido para elaboração do layout (MUTHER, 1973).

Segundo Muther (1973) "não existe um layout ótimo, deve ser procurado o layout melhor". Para achar o melhor layout Muther indica inicialmente o uso do sistema chamado P, Q, R, S e T. Onde P representa o produto (ou serviço), Q a quantidade (ou volume exigido), R o roteiro (sequência de operações), S o serviço de suporte e T o tempo. Esses são os dados de entrada, levados em consideração antes do início da análise do arranjo físico.

Depois desses dados de entrada deve-se avaliar o fluxo de materiais, as áreas envolvidas, a sequência e a intensidade do deslocamento dos materiais. O fluxo entre as atividades (inter-relações), descritos por Muther (1973) como absolutamente necessárias, especialmente importantes, importantes, pouco importantes e desprezíveis. Que procura identificar a importância da proximidade relativa entre as áreas. Com isso estimasse o espaço necessário do arranjo.

O SLP é uma ferramenta eficaz e de fácil acesso que busca eficiência administrativa e desenvolvimento para empresas, auxiliando a encontrar respostas rápidas quando surgir necessidade de executar alterações na planta da fábrica (GLAGOLA, 2002 apud AZEVEDO e BRAGA, 2013).

### **2.3. Serraria**

Fundada em 1995, a empresa onde foi realizada a pesquisa está localizada no município de Vargem Alta, sul do Estado do Espírito Santo. Opera no setor de processamento de granito em sua sede própria, numa área total de 149.000m<sup>2</sup>. Tem um parque industrial de 4.000 m<sup>2</sup> com investimento contínuo em modernos maquinários para serragem, polimento e corte de granitos e mármore nas mais variadas tonalidades. Tem como objetivo trazer sempre ao setor de rochas ornamentais, seriedade, respeito, profissionalismo e competência, bem como, com maior rapidez na entrega e melhor qualidade no corte em fio diamantado. Possui grande estoque com variedade de blocos, chapas e Ladrilhos.

**Figura 1 - Empresa onde foi feito o estudo**



**Fonte: Produzido pelo autor (2020)**

Mostrado na Figura 1, a empresa possui um galpão metálico onde ocorre o processamento da rocha (bloco). Seu tamanho é de 100 x 20 metros, totalizando 2.000 m<sup>2</sup>. Os blocos, matéria prima para produção das chapas, são armazenados em uma área de 40 x 20 metros (800 m<sup>2</sup>). E uma área de 35 x 25 metros (875 m<sup>2</sup>) com baias de decantação para tratamento da água residual do processo.

### **3. METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA**

Para realização desse trabalho foram feitas revisões bibliográficas em livros, artigos, periódicos e outros meios físicos e digitais. A principal metodologia seguida nesse artigo foi a descrita por Muther (1973) em seu livro Planejamento Sistemático do Layout (SLP).

Com a visita *in loco* foi possível acompanhar o processo de produção das chapas, produto do beneficiamento da rocha, que é comercializada. Foram observadas as condições de trabalho, os procedimentos e fluxo de materiais.

Com as informações coletas será feito um layout próximo do ideal. Esse será comparado com o layout atual, com sugestão de melhorias e/ou mudanças.

#### **3.1. Produto**

As chapas de rochas ornamentais, principal produto comercializado na empresa, são peças com tamanho aproximado de 3,00 metros de comprimento por 2,00 metros de altura (cerca de 6,00 m<sup>2</sup> cada chapa) e espessura de 0,02 metros (dois centímetros). Elas representam cerca de 80% das vendas. O segundo produto comercializado é recortado, nesse caso, a chapa pronta para venda e cortada em tamanhos menores (soleiras, pisos, peitoril, entre outros) de acordo com a necessidade do cliente. A empresa tem capacidade produtiva de 13 mil metros quadrados por mês, que são vendidos para todo Brasil.



**Quadro 1 - Análise P, Q, R, S, T**

P (Produto)	Q (Quantidade - m <sup>2</sup> - 1 bloco)	R (Roteiro)	S (Serviço de suporte)	T (Produto)
CHAPAS DE ROCHAS	320	Processamento do bloco	Tratamento de água/lama abrasiva	(8h serrada - 8h polimento - 48h resina) = 64h
RECORTADO DE ROCHAS	80	Processamento da chapa	Tratamento de água/lama abrasiva	(8h serrada - 8h polimento - 48h resina - 8h corte) = 72h

**Fonte: Produzido pelo autor (2020)**

Fazendo análise do produto pelo método de Muther (1973), o passo inicial é fazer a análise do P, Q, R, S, T (Quadro 1). São os itens básicos que precisam ser definidos sobre o produto e são fundamentais para tomada de decisão das etapas seguintes.

### **3.2. Setores da serraria**

Da chegada do bloco na empresa até sua venda, as chapas de rochas ornamentais ou os recortados, passam por diversas etapas. Essas serão descritas juntamente com os ambientes que ficam no galpão de produção e influenciam diretamente no layout. Fora do galpão três itens também influenciam no layout, o escritório, o depósito de blocos e as baias de decantação.

Cada setor dentro da empresa que ocupa um espaço interfere no layout. Brevemente descrevendo como funciona uma serraria é possível afirmar que ocorre o seguinte fluxo: o bloco vem da pedreira pelo modal rodoviário por uma carreta, ao chegar à empresa, com uso de uma ponte rolante o trabalhador descarrega e o armazena o bloco no depósito. De acordo com a necessidade o bloco é colocado em um carrinho porta blocos que leva até o tear para que ele seja serrado e transformado em chapas. Elas são retiradas do tear e colocadas no estoque de chapas brutas. As chapas são manuseadas em todos ambientes através de pórticos rolantes suspensos no galpão.

Em torno de 95% das chapas vão direto para a polideira, o restante, rochas com alta probabilidade de enferrujar são tratadas com ácido anti ferrugem e posteriormente vão para a polideira. Na polideira cerca da metade das chapas são polidas e vão para o estoque de chapas polidas que já podem ser comercializadas.

Outra parte faz um polimento inicial, sem brilho, chamado de levigado, em geral são chapas com microfissuras, então elas vão para o estoque de chapas levigadas e essas chapas são aquecidas no forno de resina onde são resinadas, o objetivo da resina é tapar essas microfissura e aumentar o brilho do material.

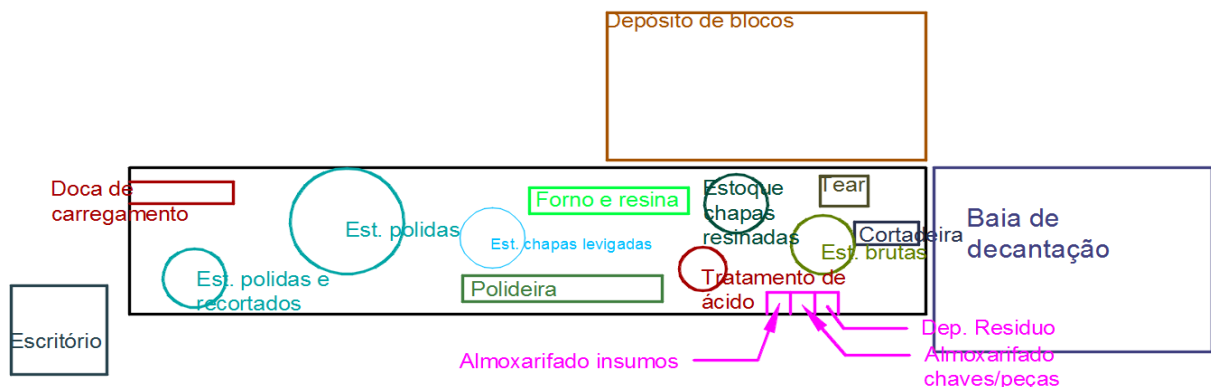
As chapas vão para o estoque de chapas resinadas onde passam novamente pela polideira, indo para o estoque de chapas polidas. Nessa empresa, cerca de 20% das chapas polidas são cortadas na cortadeira e armazenadas no estoque de recortado.

Todos os produtos da empresa, chapas e recortados de rochas ornamentais, são comercializados pelos vendedores que ficam no escritório. Esses produtos são enviados aos clientes por caminhões e carretas que carregam dentro do galpão em um espaço destinado a isso chamado doca de carregamento.

Os insumos utilizados no tear (fios diamantados de corte e gesso) e na polideira (abrasivos de polimento) ficam guardados no almoxarifado. Também tem um cômodo, almoxarifado, com chaves e peças para manutenções. Um espaço destinado a depósito de lixo (graxa, madeira, papel...). Durante todo processo de transformação (serrada, polimento e corte/recortado) é gerado uma lama que é enviada para as docas de decantação para retornar a água limpa para o processo.

Esses setores citados acima estão descritos na Figura 2, que é o layout atual da empresa de beneficiamento desse estudo. As etapas e fluxos que acontecem no beneficiamento foram descritos anteriormente. Mais para frente será mostrado no diagrama a relação entre os setores.

**Figura 2. Arranjo físico atual**



**Fonte: Produzido pelo autor (2020)**

### 3.3. SLP aplicado à indústria de beneficiamento

A partir da descrição dos setores da indústria de beneficiamento é possível planejar um layout de ampliação, fazer uma melhoria no layout atual ou fazer um novo layout a partir das inter-relações entre os departamentos/setores/postos de trabalho e a disponibilidade de espaço físico.

**Quadro 2. Necessidade de espaço dos setores da empresa**

Nº Setor	Setores	Tamanhos (m)		Área (m <sup>2</sup> )
1	Tear	6,00	4,00	24,0
2	Estoque chapa bruta	-	-	-
3	Polideira	25,00	3,50	87,5
4	Estoque de chapas levigadas	-	-	-
5	Forno e Resina	20,00	3,50	70,0
6	Estoque de chapas resinadas	-	-	-
7	Estoque de chapas polidas	-	-	-
8	Almoxarifado (insumos)	3,00	3,00	9,0
9	Almoxarifado (chaves/peças)	3,00	3,00	9,0
10	Ambiente de tratamento ácido	5,00	4,00	20,0
11	Doca de carregamento (venda)	13,00	3,00	39,0
12	Depósito resíduos (lixo)	3,00	3,00	9,0
13	Cortadeira	8,00	3,00	24,0
14	Estoque de recortados	-	-	-
15	Depósito de blocos	40,00	20,00	800,0
16	Escritório / comercial	12,00	12,00	144,0
17	Baias de decantação	35,00	25,00	875,0

**Fonte: Produzido pelo autor (2020)**

Seguindo a ideia proposta por Muther (1973), os ambientes e equipamentos foram separados e foram coletados seus tamanhos para posterior locação de acordo com as limitações do ambiente. No Quadro 2 temos os setores e suas respectivas necessidades de espaço.

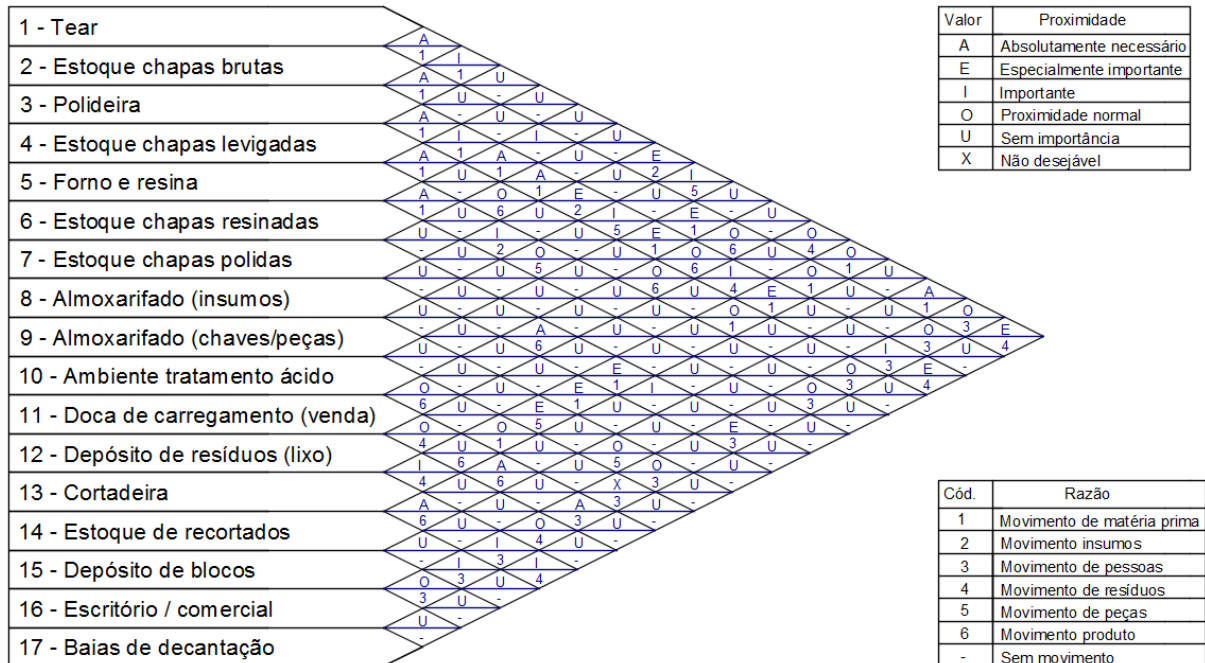
Os três estoques de chapas e o de recortado não foram colocados medidas, pois eles são colocados em cavaletes metálicos triangulares e mudam de posição com frequência e facilidade, então não tem um espaço métrico definido apenas uma “região” onde são colocados.

Acompanhando a ideia de Muther (1973), assim como descrito por Emerique et al (2011), para ter sentidos as relações e parâmetros de tamanho preciso verificar o espaço necessário de cada setor.

Para montar a matriz de relacionamentos (Figura 3) desse estudo, foram feitas visitas à empresa e entrevistas com os responsáveis por cada etapa.

Identificando a importância de sua proximidade e o fluxo realizado entre os setores. Nessa matriz é possível verificar a interação de cada setor com todos outros setores.

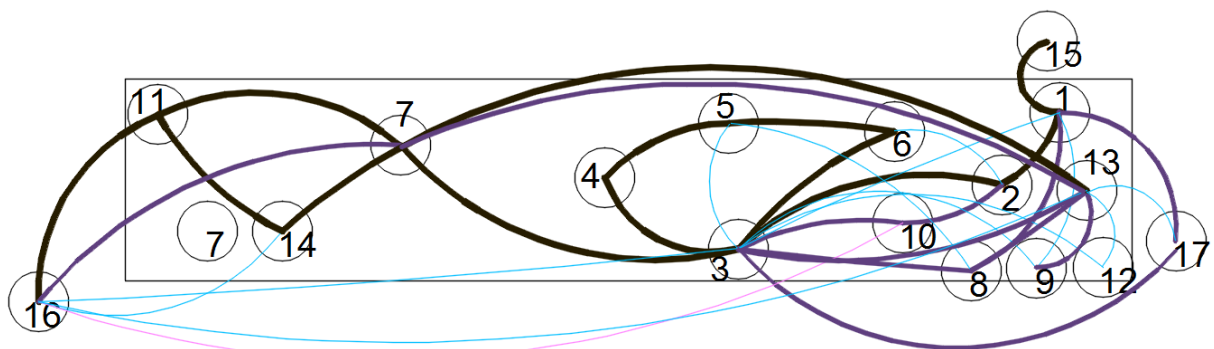
**Figura 3. Matriz de relacionamentos**



Fonte: Produzido pelo autor (2020)

Com a mesma entrevista e observações feitas na empresa para fazer o diagrama de relações também foram colhidas informações para fazer a relação das atividades. Esse modelo é construído a partir do maior número de relação entre os setores ou postos de trabalho.

**Figura 4. Diagrama de relações**



Fonte: Produzido pelo autor (2020)

Mostrado na Figura 4, o diagrama de relações mostra que quanto mais importante a relações entre os setores mais largas são as linhas. Onde a linha preta

representa absolutamente necessária a proximidade, linha roxa especialmente importante, linha azul importante e linha rosa proximidade indesejável.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir das informações colhidas na pesquisa, sobre o produto (chapas e recortados de rochas ornamentais), os componentes e tamanhos dos setores da serraria e a ferramenta SLP aplicada à indústria do beneficiamento é possível verificar o espaço disponível e poder confrontar com um novo modelo de layout.

Fazendo uma análise inicial podemos identificar que na serraria o tipo de arranjo físico que se enquadra é o arranjo físico por produto. Pois as máquinas ficam paradas enquanto o processamento do produto vai acontecendo enquanto ele se movimenta pelos setores da indústria por uma sequência previamente determinada.

Nesse tipo de arranjo um fator importante é manter as máquinas ou setores em linha para aumentar a produtividade. Semelhante à primeira linha de produção criada em escala industrial, idealizada por Henry Ford, em 1939 (CORREA E CORREA, 2004).

Para alterar o arranjo físico deve-se fazer uma análise de limitações práticas (limitações físicas) e uma análise de considerações de mudanças (o quanto flexível é). Alguns setores da empresa não podem ser mudados devido a limitações e suas proporções, é o caso da baía de decantação, do depósito de blocos e do próprio modelo do galpão. Outros têm possibilidade, mas não são tão flexíveis, é o caso do tear, da polideira e do escritório. Esses devem ser mudados em último caso. Já os outros setores são flexíveis e podem ser mudados sem grandes dificuldades.

Observando a Figura 4, analisando a linha de cor preta, onde a proximidade é considerada absolutamente necessária, vemos que em maior parte o fluxo funciona como uma sequência linear. Iniciando no depósito de bloco (setor 15) para o tear (1), para o estoque de chapas brutas (2) e polideira (3). Indo para o estoque de chapas polidas (7) ou é enviada para estoque de chapas levigadas (4), passando pelo forno e resina (5), indo para estoque de chapas resinadas (6), voltando para a polideira (3) e indo para o estoque de chapas polidas (7). Das chapas polidas ela vai para o carregamento na doca (11).

Uma parte identificada no diagrama, também de proximidade absolutamente necessária, que não ficou em sequência com o fluxo é a cortadeira. Na maior parte dos casos os recortados são feitos de chapas polidas (7), para levar essas chapas na cortadeira (13) tem que passar por vários setores, atrasando a produção e aumentando o risco de acidentes. O mesmo acontece no retorno dos materiais recortados ao estoque de recortado (14), passa por vários setores.

Dessa forma, colocar a cortadeira (13) na frente da polideira (3) e próxima ao estoque de materiais recortados tornaria o sistema mais linear e produtivo.

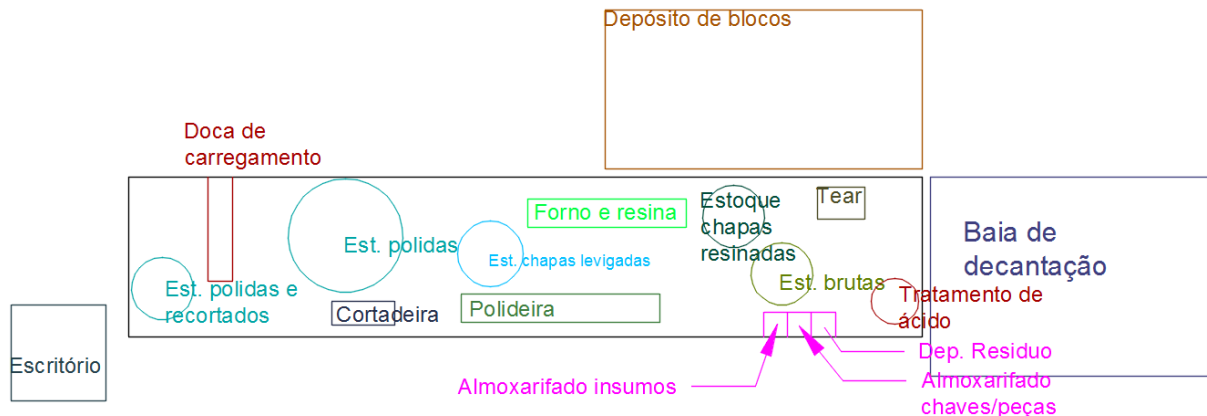
A doca de carregamento (11) pode melhorar o fluxo de trabalho se for alterada sua posição. Do modo como fica a sua posição (mostrado na figura 2), sentido longitudinal e na extremidade do galpão, deixa os materiais afastados do carregamento causando atrasos.

Uma alternativa seria mudar sua localização e colocar sua posição transversal ao galpão e mais no centro do estoque de chapas polidas. Adiantando o carregamento dos produtos.

O setor de tratamento ácido (10) é um local que requer cuidado. Dessa forma ele poderia ser colocado no local onde fica a cortadeira atualmente, deixando esse setor mais afastado dos trabalhadores que por ali transitam. Essa mudança também abriria espaço para o movimento de chapas brutas (2) que acontece com fluxo maior para a entrada da polideira (3).

Usando esses pretextos de melhoria identificados para alterar o arranjo atual buscando maior interação entre os setores, ficaria da seguinte forma mostrada na figura 5:

**Figura 5. Arranjo físico modificado**



**Fonte: Produzido pelo autor (2020)**

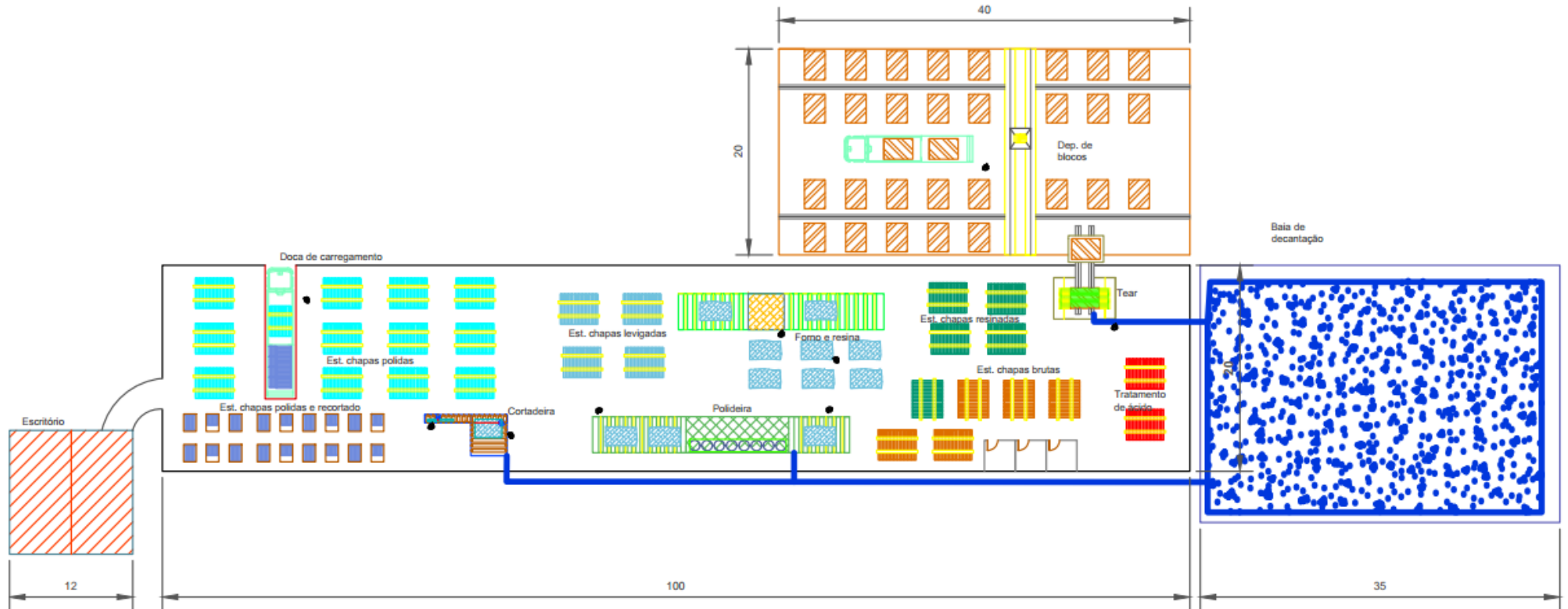
Além de promover mudança no arranjo físico, Santos (2020) esclarece que outro fator importante para funcionalidade do arranjo é manter a organização na empresa. Pedaçõs de chapas quebradas, sobras de recortado, casqueiro, resíduos em geral devem ser colocados em locais planejados e recolhidos para descarte antes de transborda e atrapalhar o fluxo, causando problema para empresa e ao meio ambiente.

Um arranjo planejado e uma boa localização de equipamentos possibilitam pequenos ajustes necessários ao longo do processo produtivo. Equipamentos e máquinas bem distribuídos e em boa localização influenciam na rapidez da produção. Mantendo a ordem, manutenção e a limpeza que também são essenciais para agilidade produtiva (AZEVEDO et al, 2016).

Com o arranjo proposto a indústria deve avaliar as sugestões de mudanças. O ideal é que seja passado por uma etapa multidisciplinar de avaliação, com todos *stakeholder* (partes interessadas) do projeto, uma equipe multidisciplinar e equipe de engenharia, onde se avalia a viabilidade do projeto para enfim selecionar as alterações desejadas.

A imagem a seguir (Figura 6) representa o modelo no novo arranjo físico proposto com os equipamentos, máquinas e ambientes desenhados de uma forma mais real de como ficaria os setores na empresa.

Figura 6. Arranjo físico modificado “realista”



Fonte: Produzido pelo autor (2020)



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração desse trabalho possibilitou mapear o fluxo da produção de chapas e recortados de rochas ornamentais dentro dos setores de uma serraria e a identificação do seu arranjo físico por produto. Com auxílio da ferramenta do Planejamento Sistemático de Layout (PSL) foi possível relacionar os setores e identificar problemas de desempenho do layout utilizado. Com isso foi proposto melhoria e um novo modelo de arranjo físico.

A cortadeira (setor 12) estava localizada muito longe de sua matéria prima (chapas) e do estoque de recortados (14), o que aumenta o tempo de fluxo e a chance de acontecer algum acidente no percurso com os materiais, diminuindo também a produtividade. Foi sugerido coloca-la em frente à saída da polideira.

A doca de carregamento (11) ficava no sentido longitudinal ao galpão e na extremidade. Colocando-a na transversal e mais para dentro do galpão a deixa mais próxima dos materiais que vão ser embarcados, melhorando a logística.

O setor que faz o tratamento com ácido (10) das chapas fica entre o setor de chapas brutas (2) e a polideira (3). Um local de movimentação de cargas intenso. Como esse setor requer cuidados por causa do manuseio de substâncias perigosas, foi sugerido alterar sua localização para o lado da baia de decantação (17), local de pouca movimentação de pessoas.

Dessa forma, o modelo de arranjo físico proposto se mostra como uma forma de trabalhar que busca maior eficiência e segurança no processo produtivo. Aperfeiçoa os processos, o que proporciona maior produtividade e melhor aproveitamento do tempo. Cabe à equipe responsável, gestores, partes envolvidas e equipe de engenharia avaliar as sugestões proposta e verificar se a necessidade de coloca-las em pratica.

Para trabalhos futuros sugere-se estudar um comparativo entre a quantidade de material produzida com o arranjo usual e um arranjo aprimorado.

## 6. REFERÊNCIAS

ALTOÉ, C. R.; SILVEIRA, L. L. L. da. Influência do volume de água utilizado no processo de polimento de rochas ornamentais na qualidade do brilho final. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 39, n. 3, p. 875 – 884. 2020.

ANTON, Charles Ivan; EIDELWEIN, Heloísa; DIEDRICH; Hélio. Proposta de melhoria no Layout da produção de uma empresa do Vale do Taquari. Revista destaques acadêmicos, vol. 4, n. 1, 2012 - cgo/univates. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/141/139>>. Acesso em: 10 de set. de 2020.

AZEVEDO, K. D. G. C; BRAGA, V. S. Proposta de reformulação no Layout da empresa ABRASDI - Abrasivos Diamantados na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 65p., 2013.

AZEVEDO, B. M. et al. Análise do sistema de produção e dos fatores de competitividade em uma empresa do setor de mineração do sul do Brasil. Rev. De Administração. UFSM, Santa Maria, v. 9, número 2, p. 228-247, ABR. - JUN. 2016.

BARCELOS, Fabrício Broseghini et al. Melhorias de processo por meio de metodologia slp e simulação: estudo de caso no setor moveleiro. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Natal/RN. Anais. 2013. p. 2896 - 2907. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2013/pdf/arq0319.pdf>>. Acesso em: 15 de set. de 2020.

CHIODI FILHO, C. O Setor Brasileiro de Rochas Ornamentais. Panorama Setorial. Perfil das atividades setoriais no Brasil. Abirochas. Outubro/2019. Disponível em: <[https://www.abirochas.com.br/wpcontent/uploads/2018/06/Panorama/Perfil\\_das\\_Atividades\\_Setoriais\\_Brasil\\_2018.pdf](https://www.abirochas.com.br/wpcontent/uploads/2018/06/Panorama/Perfil_das_Atividades_Setoriais_Brasil_2018.pdf)>. Acesso em: 20 de set. de 2020.

COIMBRA FILHO, Clébio Goulart. Relação entre processo de corte e qualidade de superfícies serradas de granitos ornamentais. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 168p. 2006. Disponível em:

<[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-07122006-082849/publico/Dissertacao\\_Clebio.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-07122006-082849/publico/Dissertacao_Clebio.pdf)>. Acesso em: 22 de set. de 2020.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. Administração de produção e operações: Manufatura e serviços. Uma abordagem estratégica. 2º Ed. ISBN 978-85-224-4212-6. São Paulo: Atlas, 2004.

DUTRA, Leonardo. Integrando arranjo físico e fluxo de materiais: estudo de caso em uma empresa aparista de papel. Faculdade de engenharia. Universidade Federal De Juiz de Fora. MG. 2008. Disponível em: <[https://www.ufjf.br/ep/files/2009/06/tcc\\_jul2008\\_leonardo\\_dutra.pdf](https://www.ufjf.br/ep/files/2009/06/tcc_jul2008_leonardo_dutra.pdf)>. Acesso em: 18 de set. de 2020.

EMERIQUE, Caio Carlos Thiago et al. Planejamento sistemático de layout: aplicação em uma empresa do ramo automobilístico. XXXI Encontro Nacional De Engenharia de Produção. Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_tn\\_sto\\_135\\_858\\_19321.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_858_19321.pdf)>. Acesso em: 19 de set. de 2020.

LIMA FILHO, Osvaldo de e MALAGUTTI, Thiago Francisco. A importância do layout para o aumento da produtividade. Ling. Acadêmica, Batatais, v. 7, n. 2, p. 33-43, jan./jun. 2017.

LONGARAY, A. A.; FIUSSEN, D. M. N. Planejamento sistemático de layout aplicado à manufatura: um estudo de caso no polo naval de Rio Grande. Revista Gestão Industrial. Paraná, PR. ISSN 1808-0448 / v. 10, n. 02: p. 284-304, 2014.

LOUREIRO, Alan Bruzadelle. Planejamento de Arranjo Físico em uma indústria moveleira Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) – São Mateus - ES, Universidade Federal do Espírito Santo, 72p., 2011.

MARQUES. L. L. Beneficiamento de rochas ornamentais: análise das possibilidades de reuso dos resíduos em unidades especializadas na região metropolitana de Salvador. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal Da Bahia Faculdade De Economia. Salvador, BA. 2019.

MARTINS, Petronio G; LAUGENI, Fernando P. Administração da produção. 2º Ed. Saraiva. 2005. Disponível em: <<https://www.academia.edu/32439501/Administra>

cao\_da\_producao\_Petronio\_G\_Martins\_Fernando\_P\_Laugeni\_pdf>. Acesso em: 21 de set. de 2020.

MATTOS, Irani Clezar. Uso/adequação e aplicação de rochas ornamentais na construção civil. Cartilha de aplicação de rochas ornamentais. Brasília. 2000. v.1. 37p. Disponível em: < [http://www.sfiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos\\_palestras/Uso\\_Adequacao1.htm](http://www.sfiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos_palestras/Uso_Adequacao1.htm) >. Acesso em: 25 de set. de 2020.

MUTHER, Richard. Systematic layout planning (SLP). Tradução: Elisabeth de Moura Vieira, Jorge Aiub Hijjar e Miguel De Simoni. Superv. da ed. bras. Itiro lida. Boston, Mass., EUA, Cahners Books, 1973. 192 p.

SANTOS, L. S. Processo produtivo e geração de resíduos de corte de mármore e granitos em marmorarias de Rio Verde/GO. Trabalho de conclusão de curso. Instituto Federal Goiano. Rio Verde, GO. 2020.

ODA, Érico; MARQUES, Cícero Fernandes. Gestão das Fundações Organizacionais. 2º Ed. Curitiba, PR. IESDE Brasil AS. 2008. Disponível em: <<http://www2.videolivrraria.com.br/pdfs/24061.pdf>>. Acesso em: 25 de set. de 2020.