

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
PAULO VITOR OZÓRIO DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DO SISTEMA KANBAN COM UM ÚNICO CARTÃO NO
ENSAQUE DE AREIA E PEDRA BRITA**

Taubaté
2019

PAULO VITOR OZÓRIO DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DO SISTEMA KANBAN COM UM ÚNICO CARTÃO NO
ENSAQUE DE AREIA E PEDRA BRITA**

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista pelo Curso de Pós-graduação em Gestão de Processos Industriais do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Engenharia de Produção
Orientador: Prof. Me. Marcus Vinicius Souza Dias

Taubaté

2019

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

A447a Almeida, Paulo Vitor Ozório de
Aplicação do sistema Kanban com um único cartão no ensaie de areia e pedra brita / Paulo Vitor Ozório de Almeida. -- 2019.
46 f. : il.

Monografia (Especialização) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.

Orientação: Prof. Me. Marcus Vinicius Souza Dias, Departamento de Pesquisa e Pós-graduação.

1. Areia e Pedra Ensacada. 2. Kanban. 3. Sistema Toyota de Produção.
I. Titulo. II. Especialização em Gestão de Processos Industriais.

CDD – 658.5

PAULO VITOR OZÓRIO DE ALMEIDA

APLICAÇÃO DO SISTEMA KANBAN COM UM ÚNICO CARTÃO NO ENSAQUE DE AREIA E PEDRA BRITA

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista pelo Curso de Pós-graduação em Gestão de Processos Industriais do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Engenharia de Produção
Orientador: Prof. Me. Marcus Vinicius Souza Dias

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Marcus Vinicius Souza Dias Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Me. Dawilmar de Araujo Guimarães Universidade de Taubaté

Assinatura _____

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia esposa, a minha filha, aos meus familiares e amigos por me apoiarem e compreenderem minha ausência durante esses dois anos de estudo.

Aos professores por dispor de seus conhecimentos.

E aos meus colegas de sala pelos momentos de aprendizagem e pela amizade que solidificou durante esses anos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar saúde e força para concluir mais essa etapa de minha vida.

A minha esposa Carla Aparecida de Jesus pelo incentivo, pelos momentos difíceis e pela paciência em tolerar a minha ausência e a minha filha Vitória de Jesus Ozório que hoje está com 2 anos de idade.

E os meus colegas de sala pela solidariedade e por me acompanharem durante os anos de muita dificuldade e estudo.

ALMEIDA, P. V. O. APLICAÇÃO DO SISTEMA KANBAN COM UM ÚNICO CARTÃO NO ENSAQUE DE AREIA E PEDRA BRITA. 2019. 46f. Monografia de Especialização em Gestão de Processos Industriais. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, Taubaté.

RESUMO

O presente estudo tem como principal objetivo a aplicação de uma das ferramentas do Sistema Toyota de Produção, denominada *Kanban* com um único cartão em uma empresa do ramo da mineração, alterando o modo atual de produção empurrada para produção puxada. O método utilizado neste estudo foi o da pesquisa-ação para analisar os possíveis ganhos de se utilizar a ferramenta *Kanban*. Por fim, foi possível demonstrar através da aplicação do *Kanban*, na produção de areia e pedra ensacada, a capacidade de eliminar a superprodução, reduzir o estoque e a movimentação de empilhadeira.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção. Kanban. Areia e Pedra Ensacada.

ABSTRACT

The main objective of this study is to apply one of the tools of the Toyota Production System, named Kanban with a single card in a mining company, changing the current mode of production pushed for pulled production. The method used in this study was that of the action research to analyze the possible gains of using the tool Kanban. Finally, it was possible to demonstrate through the application of Kanban, in the production of sand and bagged stone, the capacity to eliminate the overproduction, reduce stock and forklift handling.

Keywords: Toyota Production System. Kanban. Sand and Bagged Stone

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Materiais produzidos na mineração de agregados.....	14
Figura 2 – Produção de areia e brita em milhões de toneladas	18
Figura 3 – Os quadrantes de atuação do Kanban.....	21
Figura 4 – Cores indicativas do quadro Kanban.....	24
Figura 5 – Número de cartões de cada cor no quadro Kanban.....	25
Figura 6 – Trabalhadores no processo de ensaque	27
Figura 7 – Estoque de ensacados.....	28
Figura 8 – Layout sem a implantação do Kanban	30
Figura 9 – Cartão Kanban frente	33
Figura 10 – Cartão Kanban verso	34
Figura 11 – Quadro Kanban de produção	34
Figura 12 – Layout dos contentores	35
Figura 13 – Quadro Kanban de estoque	36
Figura 14 – Layout com a implantação do Kanban	37
Figura 15 – Funcionamento do ciclo Kanban	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Competitividade global dos países	10
Tabela 2 – Principais utilizações dos agregados.....	16
Tabela 3 – Dimensão da indústria de agregados em 2014	19
Tabela 4 – Previsão da produção de ineria não-metálicos selecionados	19
Tabela 5 – Dados de produção e vendas.....	31
Tabela 6 – Resultados obtidos com a implantação do Kanban	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	12
1.2. HIPOTESE.....	12
1.3. JUSTIFICATIVA.....	12
1.4. OBJETIVOS.....	13
1.4.1. Objetivo geral	13
1.4.2. Objetivos específicos	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. MINERAÇÃO DE AGREGADOS.....	14
2.1.1. Mineração no Brasil	16
2.2. KANBAN.....	20
2.2.1. Cartões Kanban	22
2.2.2. Kanban com Único Cartão	22
2.2.3. Quadro Kanban	23
2.2.4. Kanban com Setup	25
3. METODOLOGIA	26
3.1. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	26
4. PESQUISA-AÇÃO EM UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO	27
4.1. MAPEMANETO DA EMPRESA PESQUISADA.....	27
4.2. MÉTODO DE CÁLCULO DO KANBAN COM SETUP.....	31
4.3. DESENVOLVIMENTO DO CARTÃO E QUADRO KANBAN.....	33
4.4. CRIAÇÃO DO NOVO LAYOUT.....	35
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	38
6. CONCLUSÃO	41
7. REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

Segundo Ferreira (2002) com a crescente internacionalização das economias, o estudo da competitividade dos países tem preocupado nos últimos anos as autoridades econômicas mundiais, a competitividade está condicionada à estrutura sócio-econômico-financeira da nação, infraestrutura (energia, transporte e comunicações), quadro socioeconômico (relações sociais nas empresas e na sociedade), tecnologia de produção (grau de sofisticação ou obsolescência do parque industrial).

Já para Carvalho, Mesquita e Cardarelli (2017) na mineração, a concorrência se dá via preços, em que pesem os diferenciais de qualidade dos minérios, geralmente traduzidos em prêmios pagos sobre o preço-padrão de mercado. Dessa forma, a competitividade das empresas é determinada principalmente pela qualidade das jazidas e ciência de seus processos, o que resulta em mais baixos custos de produção.

Para Lima e Vale (2003) a Tabela 1 apresenta o ranking dos 10 países com vocação mineira segundo as informações disponíveis *World Competitiveness Yearbook* (WCY), onde os posicionamentos dos Estados Unidos, Canadá, Austrália e Chile além de favoráveis são bastante regulares, a China parece consolidar-se na quinta posição, o Brasil apresentou uma evolução ascendendo da oitava para a sexta colocação e a Argentina em intensa degradação e a África do Sul apresenta-se em ascensão.

Tabela 1 – Competitividade global dos países selecionados

Fonte: Adaptado de Lima; Vale, 2003

Países	2002	2001	2000	1999	1998
África do Sul	7°	7°	8°	9°	10°
Argentina	10°	9°	9°	6°	6°
Austrália	3°	3°	3°	3°	3°
Brasil	6°	5°	6°	7°	8°
Canadá	2°	2°	2°	2°	2°
Chile	4°	4°	4°	4°	5°
China	5°	6°	5°	5°	4°
Estados Unidos	1°	1°	1°	1°	1°
Indonésia	9°	10°	10°	10°	9°
México	8°	7°	7°	8°	7°

Em meio a tanta competitividade as empresas dependerão da renovação e da criação de vantagens competitivas, estando diretamente relacionada com o padrão de concorrência vigente em cada mercado (como padrão de qualidade dos produtos, infraestrutura, estrutura sócio-econômico-financeira, quadro socioeconômico e tecnologia de produção), tendo que ser considerado também as características comportamentais das empresas e os condicionantes de política econômica (ROSA, 2004). Neste sentido, a busca da competitividade passou a fazer parte dos instrumentos de crescimento e sobrevivência de uma nova economia mundial (ROSA, 2004).

Para Dalla e Moraes (2006) a função da produção tem atingido cada vez mais relevância no âmbito das organizações, haja vista que as estratégias estabelecidas para esta área podem ser capazes de oferecer variadas vantagens, propiciando, assim, além da eficiência produtiva, sucesso no plano estratégico de negócios da organização. Já para Slack (1993) a produção é decisiva na configuração de vantagem competitiva de uma empresa sobre seus concorrentes, o Sistema Toyota de Produção (STP) proporciona meios para alcançar essas vantagens com o uso de sua filosofia e ferramentas, como por exemplo, o *Kanban*.

Adentro a este cenário, o Brasil é inegavelmente uma potência em termos de produção e exportação mineral, produzindo 72 substâncias minerais, sendo 23 metálicas, 45 não metálicas e 4 energéticas (FERNANDES, 2014). Atualmente, o país é um dos cinco maiores produtores e exportadores de metais, materiais e minérios do mundo: 85% de tudo o que produz é exportado, gerando apreciável e também indispensável montante de divisas, juntamente com o agronegócio, a mineração constitui-se um dos setores estratégicos para o equilíbrio contábil da economia brasileira (GUIMARÃES; CEBADA, 2016).

A partir desse contexto é realizado este estudo com o intuito de verificar e comprovar as possíveis melhorias em uma empresa do ramo da mineração com a aplicação do *Kanban*, que segundo Lubben (1989) *apud* Thielmann *et al* (2015) afirma que o sistema objetiva a vantagem competitiva e a eficácia em fornecer produto e serviço melhor que os seus competidores, tendo como resultado um sistema de manufatura capaz de atender às exigências de qualidade dos clientes e a entrega do produto com menor custo e rapidez.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

A empresa a ser estudada apresenta, atualmente, problemas com superprodução, uma vez que sem a necessidade de se produzir, é gerada uma ordem de produção devido à falta / deficiência de controle no “*input*” de produção. Dessa maneira, excessos de produtos acabados em estoque e excesso de movimentação de materiais são gerados. Portanto, com os problemas apresentados, faz-se o seguinte questionamento: é possível solucionar o problema de superprodução e estoque de areia e pedra ensacada em uma empresa, do ramo da mineração, de pequeno e médio porte utilizando o método *Kanban*?

1.2. HIPOTESE

O colaborador tendo autonomia, e sabendo quando, quanto e o que produzir a cada momento, a empresa aperfeiçoará a produção e eliminará a superprodução, dessa forma, conseguirá realizar uma produção enxuta e autônoma, organizando e reduzindo o espaço de estoque de material acabado.

1.3. JUSTIFICATIVA

O interesse pelo tema surgiu em ver os problemas apresentados no item 1.1, problema de pesquisa, se repetindo rotineiramente; indo de encontro das teorias e boas práticas sugeridas em um ambiente de produção. Dessa maneira, viu-se oportuno a elaboração deste trabalho.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral demonstrar a aplicação prática do método *Kanban* para auxiliar a empresa na solução dos problemas de superprodução, excesso de movimentação e estoque.

1.4.2. Objetivos específicos

- Mostrar através da literatura os conceitos do sistema *Kanban*;
- Apresentar e Indicar a quantidade ideal de contentores (recipiente onde são colocadas as peças como caixas, pallets, tambores, etc.) para a areia e pedra ensacada;
- Demonstrar a possibilidade em dar autonomia de produção aos colaboradores com a aplicação do *Kanban*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. MINERAÇÃO DE AGREGADOS

O crescimento populacional e o crescimento da quantidade de bens e serviços transacionados num país é um processo que ocorre concomitantemente ao consumo de minerais para uso direto na construção civil. Na formação da infraestrutura nacional o processo de transacionar esses bens reflete-se nas contas nacionais, tanto no lado do Consumo, como no de Investimento, como na formação bruta de Capital Fixo (SERNA; REZENDE, 2017).

Segundo Serna e Rezende (2017) agregados para Construção Civil¹ são materiais granulares, sem forma e volume definidos, de dimensões e propriedades estabelecidas para uso em obras de engenharia civil, tais como, a pedra britada, o cascalho e as areias naturais ou obtidas por moagem de rocha, além das argilas e dos substitutivos como resíduos inertes reciclados, escórias de aciaria, produtos industriais, entre outros (figura 1).



Figura 1 – Materiais produzidos na mineração de agregados

Fonte: Autor

¹ O termo “agregados para a construção civil” é empregado no Brasil para identificar um segmento do setor mineral que produz matéria-prima mineral bruta ou beneficiada de emprego imediato na indústria da construção civil. São basicamente a areia e a rocha britada. O termo “emprego imediato na construção civil” – que consta da legislação mineral para definir uma classe de substâncias minerais – não é muito exato, já que nem sempre são usadas dessa forma. Muitas vezes entram em misturas – tais como o concreto e a argamassa – antes de serem empregadas na construção civil (VALVERDE, 2001).

De acordo com a Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil (ANEPAC) a areia é conceituada na indústria como um bem mineral constituído predominantemente por quartzo de granulação fina e pode ser obtida a partir de depósitos de leitos de rios e planícies aluviais, rochas sedimentares e mantos de alteração de rochas cristalinas e a pedra britada é um bem mineral que pode ser constituído de vários tipos de materiais rochosos, disponíveis nos locais de extração e caracteriza-se como um material que, depois de sofrer desmonte por explosivos, britagem e classificação, pode ser usada in natura, ou misturada com outros insumos como cimento, asfalto, areia, etc.

A mineração é uma atividade básica da mesma forma que a agricultura, a pecuária e a pesca ela trabalha com recursos naturais - a única diferença com as demais é que os recursos minerais não são renováveis (CHAVES; CHIEREGATI, 2002).

Os agregados para a construção civil são obtidos de materiais rochosos variados, consolidados ou granulares, fragmentados naturalmente ou por processo industrial. Podem ser oriundos de rochas sedimentares como arenitos e siltitos, entre outras; metamórficas como os quartzitos, calcários e gnaisses; ígneas como o granito, Sienitos, basaltos e diabásios (SERNA; REZENDE, 2017).

Para Valverde (2001) minerações típicas de agregados para a construção civil são os portos-de-areia e as pedreiras, como são popularmente conhecidas. Entretanto, o mercado de agregados pode absorver produção vinda de outras fontes. No caso da areia, a origem pode ser o produtor de areia industrial ou de quartzito industrial, ambas geralmente destinadas às indústrias vidreira e metalúrgica. No caso da brita, pode ser o produtor de rocha calcária usada nas indústrias caieira e cimenteira. Nestes casos, em geral, é parcela da produção que não atinge padrões de qualidade para os usos citados e é destinada a um uso que não requer especificação tão rígida.

Para Kulaif (2001) os usos das areias e britas estão relacionados ao seu tamanho e granulometria. Chegam ao consumidor final misturados ao cimento (quando da preparação do concreto), ou sem nenhuma mistura aglomerante. Entretanto, é misturado ao concreto que os maiores volumes de agregados chegam ao consumidor final. Uma menor fração da produção é utilizada sem mistura aglomerante, em drenos, em filtros, em ferrovias (na forma de lastro), na fabricação

de gabiões, de muros de contenção, em base e sub-base de pisos e estradas, e outras aplicações, a tabela 02 apresenta as principais utilizações dos agregados.

Tabela 02 – Principais utilizações dos agregados

Fonte: Kulaif, 2001

Material	Principais utilizações
Areia artificial e areia natural	Assentamento de bloquetes, tubulações em geral, tanques, embolso, podendo entrar em composição de concreto e asfalto.
Pedrisco	Confecção de pavimentação asfáltica, lajotas, bloquetes, intertravadores, lajes, jateamento de túneis e acabamento em geral.
Brita 1	Intensivamente na fabricação de concreto, com inúmeras aplicações, como na construção de pontes, edificações e grandes lajes.
Brita 2	Fabricação de concreto que exija maior resistência, principalmente em formas pesadas.
Brita 3	Também denominada pedra de lastro utilizada nas ferrovias.
Brita 4	Produto destinado a obras de drenagem, como drenos sépticos e fossas.
Rachão, pedra de mão ou pedra marroada	Fabricação de gabiões, muros de contenção e bases.
Brita graduada	Em base e sub-base, pisos, pátios, galpões e estradas.

2.1.1. Mineração no Brasil

Segundo o Ministério do Planejamento (2017) em seu Projeto de Apoio aos Diálogos Setoriais União Europeia – Brasil, o Brasil é o quinto maior país do mundo em extensão territorial e tem a sexta maior produção de mineração do mundo. O setor brasileiro de mineração tem enorme potencial geológico, sendo que a maioria do país ainda não foi explorada.

Segundo Valverde (2001) a produção de agregados para a construção civil está disseminada por todo território nacional. O número de empresas que produzem pedra britada é da ordem de 250, a maioria de controle familiar. Estas

empresas geram cerca de 15.000 empregos diretos; 60% produzem menos de 200.000 toneladas/ano; 30%, entre 200.000 toneladas/ano e 500.000 toneladas/ano; e 10%, mais do que 500.000 toneladas/ano. Cerca de 2.000 empresas se dedicam à extração de areia, na grande maioria, pequenas empresas familiares, gerando cerca de 45.000 empregos diretos. Destas, 60% produzem menos de 100.000 toneladas/ano; 35%, entre 100.000 toneladas ano e 300.000 toneladas/ano; e 5%, mais do que 300.000 toneladas/ano.

Para Lacerda e Valverde (2012) os maiores estados produtores em 2011 foram os Estados de São Paulo com demanda de 177,2 milhões de toneladas de agregados e participação de 26% do total, seguido de Minas Gerais com 71,1 milhões de toneladas e participação de 11,0% e do Rio de Janeiro com 61,9 milhões de toneladas e participação de 9,2%. Cabe ressaltar que os valores se referem a agregados totais, ou seja, areia e brita, que foram produzidos e comercializados, além daqueles que foram transferidos e utilizados diretamente nas obras, especialmente as de infraestrutura.

Conforme dados do Plano Nacional de Mineração (PNM) 2030 do Ministério de Minas e Energia (MME), a mineração é um importante setor econômico e social no Brasil sendo responsável em média por 4,2% do Produto Interno Bruto (PIB) nas últimas décadas, o setor também responde por uma geração de um milhão de empregos diretos e cerca de 20% das exportações.

Para Serna e Rezende (2017) a produção brasileira alcançou um total de 279 milhões de toneladas de Areia e 217 milhões de toneladas de Rocha Britada ao fim de 2007. Tendo variado neste período 14,16 % e 13,85% para Areia e Brita, respectivamente. Nesse período a participação média dos agregados no valor da produção mineral nacional situou-se próximo de 18%, a figura 1 demonstra a quantidade total de areia e brita produzida por ano, de 2001 até 2007 no Brasil.

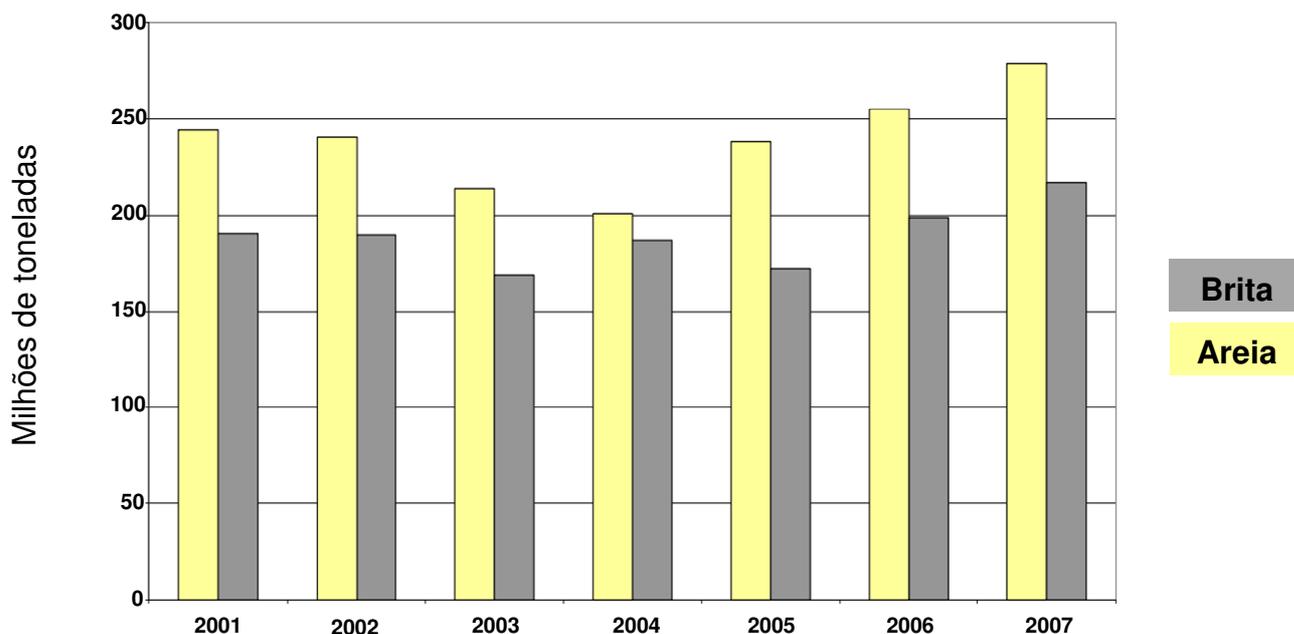


Figura 2 - Produção de Areia e Brita em Milhões de Toneladas

Fonte: Serna; Rezende, 2017

Para Chaves e Chierigati (2002) a produção mineral brasileira é de US\$ 9,3 bilhões (dados de 2000, excluídos petróleo e gás natural). Este valor pode parecer pequeno, mas na realidade ele representa um valor de US\$ 50,5 bilhões quando se contabiliza a transformação destas matérias-primas. As exportações de bens minerais correspondem a 22% do total exportado pelo Brasil, ou seja, US\$ 12 bilhões/ ano.

Para Valverde (2007) em 2006 foram produzidos 358,0 milhões de toneladas de agregados, representando um aumento de 8% em relação a 2005. Deste total, 146,0 milhões de toneladas são representados por pedras britadas e 212,0 milhões de toneladas por areia. O Estado de São Paulo respondeu por 39,0% da produção nacional. Outros grandes estados produtores são: Rio de Janeiro (16,0%), Minas Gerais (12,5%), Paraná (6,5%), Rio Grande do Sul (4,2%) e Santa Catarina (3,5%). Destacam-se como os principais polos de produção de areia as regiões do Vale do Rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo, que responde por cerca de 25% da produção paulista e 10% de toda a produção nacional.

Em 2016 a Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil (ANEPAC) apresentou os resultados de 2014 onde o setor de agregados para construção apresentou uma demanda da ordem de 740 milhões de toneladas de brita e areia, a oferta foi gerada por 3100 empresas

produtoras. O consumo per capita foi de 3,7 toneladas/habitante/ano. Demais estatísticas sobre a indústria de agregados podem ser visualizadas na tabela 3.

Tabela 3 – Dimensão da indústria de agregados em 2014

Fonte: adaptado de ANEPAC, 2016

	Areia	Pedra	Total
Produção (milhões de toneladas)	439	302	741
Número de empresas	2.500	600	3.100
Empregos diretos	49.000	26.000	75.000

Já para o Plano Nacional de Mineração 2030 consolida a estimativa de demanda para o mercado interno dos bens minerais não-metálicos cuja produção é destinada integralmente ao consumo interno, a tabela 4 demonstra a produção em 2008 e 2015 e faz uma previsão de produção para 2022 e 2030.

Tabela 4 – Previsão da produção de minerais não-metálicos selecionados

Fonte: adaptado de Plano Nacional de Mineração 2030, 2010

Minerais não metálicos	Produção em milhões de toneladas			
	2008	2015	2022	2030
Areia para construção civil	279	409	598	857
Brita	217	318	465	667

Segundo o Sumário Mineral de 2015 do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM o uso da areia para construção acha-se dividido entre os subsetores de revenda (lojas de materiais de construção), concreto pré-misturado, fabrico de pré-moldados de concreto, argamassa, concreto asfáltico e material para compor a base/sub-base de rodovias. Segundo o site da Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil (ANEPAC), o consumo de areia está dividido em 35% para argamassa, 20% concreteiras, 15%

construtoras, 5% pavimentadoras/usinas de asfalto, 10% pré-fabricados, 10% revendedores/lojas, 3% órgãos públicos e 2% outros.

Já o consumo de brita e cascalho segundo o Sumário Mineral de 2015 do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM se dá principalmente na indústria da construção, compreendendo os setores de edificações e de obras de infraestrutura. Seu uso acha-se dividido entre os subsetores de revenda (lojas de materiais de construção), concreto pré-misturado, fabrico de pré-moldados de concreto, concreto asfáltico, material para compor a base/sub-base de rodovias, lastro ferroviário, enrocamento e filtro. Segundo o site da Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil (ANEPAC), o consumo de brita e cascalho está dividido em 32% para concreteiras, 24% construtoras, 9% pavimentadoras/usinas de asfalto, 14% pré-fabricados, 10% revendedores/lojas, 7% órgãos públicos e 4% outros.

2.2. KANBAN

Kanban é o termo japonês que significa cartão. Este cartão age como disparador da produção de centros produtivos em estágios anteriores do processo produtivo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais (CORRÊA; GIANESI, 1992).

O *Kanban* foi denominado inicialmente de Sistema de Supermercado, desenvolvido por Taiichi Ohno em 1953 na Toyota Motor Company, o sistema surgiu devido às observações de Taiichi Ohno nos supermercados americanos, onde as suas prateleiras tinham espaços limitados para cada item, portanto, eram reabastecidas somente quando esvaziavam, ou seja, somente quando havia a real necessidade (OHNO, 2013).

Maximiano (1995) diz que para que se possa diminuir os estoques e autofrear a produção, é necessária uma ferramenta de controle, para que se possa produzir somente o necessário na hora necessária, e esta ferramenta de controle é o *Kanban*.

Moura (1989) diz que o *Kanban* é uma técnica de gestão de materiais e de produção utilizada no *Just in Time*, que é controlado através do movimento do cartão (*Kanban*).

Slack, Chambers e Jonhston (2009) diz que o *Kanban* é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado, utilizando cartões com informações dos produtos para realizar as operações de movimentação e abastecimento, onde o estágio cliente avisa seu estágio fornecedor de abastecimento com mais material.

O sistema *Kanban* é um método de “puxar” as necessidades de produtos acabados e, portanto, é o oposto aos sistemas de produção tradicional, é um sistema de autocontrole a nível de fábrica, independente de gestões paralelas e controles computacionais (MOURA, 1989).

Segundo Ohno (2013) o *Kanban* é uma forma para atingir o *just in time*, em essência, torna-se o nervo autônomo da linha de produção, baseados nisso, os operários da produção começam a trabalhar por eles mesmos, e a tomar as suas próprias decisões quanto a horas extras, o sistema *Kanban* também deixa claro o que deve ser feito pelos gerentes e supervisores, isso promove, inquestionavelmente, melhorias tanto no trabalho como no equipamento.

Graeml e Peinado (2007) desenvolveram os quadrantes de atuação do *Kanban* que possui 4 quadrantes, onde os produtos que possuem demanda alta e flutuação baixa, enquadram no 2º Quadrante de atuação conforme demonstra a figura 3, em outras palavras, é um item que se utiliza muito e sempre, neste caso a técnica recomendada é o *Kanban*.

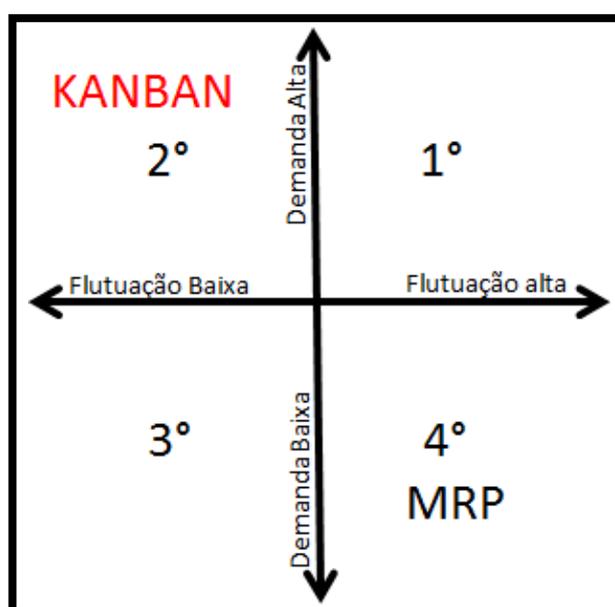


Figura 3 – Os quadrantes de atuação do Kanban

Fonte: Adaptado de GRAEML; PEINADO, 2007

2.2.1. Cartões Kanban

Para Shingo (1996) existem dois tipos de Cartão *Kanban*: *Kanban* de produção (serve como etiqueta de identificação e instrução da tarefa) e *Kanban* de movimentação ou requisição (serve como etiqueta de identificação e de transferência), o *Kanban* de produção destina-se ao centro que fabrica a peça e o de movimentação destina-se ao centro usuário, dessa forma, há uma reação em cadeia de trocas de *Kanban* de movimentação e produção no sentido inverso da sequência de processamento.

Já para Slack, Chambers e Jonhston (2009) existem três tipos de cartões *Kanban*, são eles:

- *Kanban* de movimentação ou transporte: utilizado para avisar um estágio anterior que o material pode ser destinado para um local específico;
- *Kanban* de produção: avisa um setor que um determinado item pode ser produzido para ser disponibilizado em estoque;
- *Kanban* fornecedor: avisa os fornecedores que determinados materiais serem repostos em determinados pontos de produção.

Corrêa e Corrêa (2012) referem que esse cartão funciona como disparador da produção de centros produtivos em estágios anteriores do processo produtivo, alocando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais. O *Kanban* dispara a produção de um lote (geralmente, pequeno e próximo à unidade) de peças de determinado tipo, em um centro de produção da fábrica, assim nenhum produto pode ser fabricado sem que haja um cartão *Kanban* de produção autorizando.

2.2.2. Kanban com Único Cartão

Para Tubino (1997) o sistema de cartão único é geralmente utilizado quando o fornecedor está perto do cliente, não sendo necessário o uso de movimentação.

Neste sistema, o operador do processo subsequente, de posse do *Kanban* de produção, vai até o estoque de itens finalizados do processo anterior e retira o material necessário, deixando ali o respectivo *Kanban* para que o item retirado seja novamente produzido (TUBINO, 1997).

No sistema *Kanban* cada cartão corresponde a um lote pré-determinado, conforme o processo cliente consome as peças os cartões são colocados no quadro e ao formar um lote de reposição a produção é disparada para o processo de produção (SILVA, 2007 *apud* QUITÉRIO, 2010).

Para Graeml e Peinado (2007) o *Kanban* é uma metodologia simples. Se não houver nenhum cartão no quadro, significa que todos os processos estão abastecidos de suas necessidades de materiais para a produção e os fornecedores estão ociosos, caso contrário, o fornecedor do item cujo cartão se encontra no quadro está em atividade para suprir o seu cliente com o material requisitado, o sistema *Kanban* com cartão único possui três etapas:

- 1ª Etapa: o quadro *Kanban* está vazio, ou seja, sem cartões, e o contentor está abastecido com peças. Neste caso, o cartão permanece fixado ao contentor;
- 2ª Etapa: a área consumidora do item, quando precisar de reposição, retira o cartão do contentor, coloca-o no quadro e passa a consumir as peças que estavam naquele contentor;
- 3ª Etapa: a área produtiva do item verifica que existe um cartão no quadro e o toma como uma ordem de fabricação, passando a produzir mais contentores de peças. Quando o contentor estiver abastecido, a área produtora retira o cartão do quadro e o coloca no contentor novamente. A situação volta ser a da 1ª etapa e o ciclo está pronto para iniciar novamente.

2.2.3. Quadro Kanban

Segundo Tubino (1997) o sistema *Kanban* tradicional emprega painéis ou quadros de sinalização, junto aos pontos de armazenagem espalhados pela produção, trata-se de uma representação visual do estoque, pois, por meio dele, é possível saber como estão os níveis de estoque.

Já para Guedes (2010) o quadro porta-*kanban*, ou quadro de sinalização, possui a função de sinalizar o fluxo de movimentação e consumo dos itens com base na fiação de cartões *Kanbans* nestes quadros. Esses quadros funcionam ao lado dos estoques de itens espalhados pelo sistema produtivo da empresa, de modo que o monitoramento dos itens presentes neste supermercado

dá-se através do controle dos cartões *Kanbans* organizados no referido quadro, conforme a solicitação e necessidade dos itens dentro do processo de produção.

Para Graeml e Peinado (2007) sempre se deve iniciar a produção pelo item que apresenta maior risco de falta, para facilitar a identificação deste item pelo operador, o quadro *Kanban* (figura 4) pode utilizar as três tradicionais cores de alerta: verde, amarelo e vermelho, para indicar a urgência de fabricação. A regra é sempre produzir antes o item que apresenta maior criticidade. Porém, se existir mais de um item com o mesmo risco de falta, deve-se optar por produzir antes o item que for mais fácil e conveniente de se fabricar.

Peça A	Peça B	Peça C	Peça D	Peça E	Peça F
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□

Legenda	
□	vermelho
□	amarelo
□	verde

Figura 4 - Cores indicativas do quadro *Kanban*

Fonte: GRAEML; PEINADO, 2007

Segundo Moura e Banzato (1996) as faixas verdes correspondem às quantidades de peças entre o ponto de pedido e o estoque máximo, a qual seria baseado no tempo que a peça que terminou de ser processada irá esperar para ser processada novamente, as faixas amarelas correspondem as quantidades de produtos entre o ponto de pedido, a qual seria baseado no tempo de fabricação do lote de peças, as faixas vermelhas correspondem às quantidades de peças destinada a segurança em função das ineficiências do sistema. Já para Tubino (1997) quando os *Kanbans* estão posicionados apenas na cor verde significa condições normais de operação, quando atingem a cor amarela significa atenção e quando atingem a com vermelha significa urgência.

2.2.4. Kanban com Setup

Segundo Shingo (1985) *setup* é definido como o tempo que se leva para preparar um equipamento, entre a última peça de boa qualidade produzida e a primeira peça aprovada do ciclo de produção seguinte.

Graeml e Peinado (2007) diz que para aplicar o *Kanban com setup* (a somatório do *setup* é utilizada para realizar o cálculo do número de ciclos de produção por mês, e conseqüentemente o número de ciclos mensal é um dos elementos para realizar o cálculo do Lote Mínimo de Fabricação – LM), o quadro pode, então, ser montado utilizando-se as cores indicativas de urgência, conforme figura 5 e o número de contentores necessários ao *Kanban* é calculado por meio da fórmula 1 a seguir:

Fórmula 1 – Estoque *Kanban* com *set up*

Fonte: Adaptado de GRAEML; PEINADO, 2007

$$N^{\circ}k = \frac{\text{VERDE}}{\frac{LM}{Q/k}} + \frac{\text{AMARELO}}{\frac{ES}{Q/k}} + \frac{\text{VERMELHO}}{\frac{D \times TR}{Q/k}} + 1$$

Onde:

$N^{\circ}K$ = número de contentores;

Q/K = quantidade de peças por contentores;

LM= lote mínimo de produção;

ES = estoque de segurança;

D = demanda do período;

TR = tempo de ressuprimento.

	Número de cartões vermelhos: $(D \times TR) / (Q/K) + 1$
	Número de cartões amarelos: $ES / (Q/K)$
	Número de cartões verdes: $LM / (Q/K)$

Figura 5 – Número de cartões de cada cor no quadro *Kanban*

Fonte: Adaptado de GRAEML; PEINADO, 2007

3. METODOLOGIA

3.1. METODOLOGIA DE PESQUISA

Segundo Mello e Turrioni (2012), a metodologia dessa pesquisa é de natureza aplicada, por demonstrar a aplicabilidade prática para implantação de um sistema *Kanban*, através do desenvolvimento de cartões e quadros *Kanban* para eliminar a superprodução e organizar o estoque.

O objetivo da pesquisa é a exploratória, pois busca solucionar problemas reais aplicando o conceito de produção enxuta na produção de pedra e areia ensacada, as informações obtidas foram através de levantamento bibliográfico e contatos informais com os operadores e líderes responsáveis pelo processo de produção e logística.

A abordagem é qualitativa por buscar a solução dos problemas de produção através de uma observação realizada pelo setor de produção e logística de modo indutivo, gerando assim uma oportunidade de aperfeiçoar a produção e dar autonomia ao chão de fábrica baseado nos conhecimentos adquiridos nas literaturas.

O desenvolvimento desse estudo emprega o método de pesquisa-ação, que para McKay e Marshall (2001), representa uma justaposição de pesquisa e ação, em outras palavras, de prática e teoria, assim como uma abordagem de pesquisa comprometida com a produção de conhecimento por meio da busca de soluções de problemas ou melhorias em situações práticas da “vida-real”. A pesquisa-ação possui uma estreita ligação com a resolução de um problema coletivo (MELLO e TORRIONI, 2012). Ainda, segundo Thiollent (2005), na pesquisa-ação os pesquisadores possuem um papel atuante na resolução dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas, o que poderá ser evidenciado nos próximos itens.

Por fim, tal método produzirá informações e conhecimentos efetivos que são capazes de promover ações de transformações em uma empresa do ramo da mineração que está localizada na Mooca, Zona Leste da Grande São Paulo.

4. PESQUISA-AÇÃO EM UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO

4.1. MAPEMANETO DA EMPRESA PESQUISADA

A empresa possui além da unidade da Mooca, mais três unidades de mineração de areia e pedra localizadas no Vale do Paraíba, interior do estado de São Paulo, fundada em 1991. A mineradora é especializada na extração, comercialização e distribuição de agregados para a construção civil como areia e pedra, à granel e ensacada, possuindo cerca de 150 colaboradores.

O estudo realizado refere-se à aplicação da ferramenta *Kanban* para controle de estoque. A areia é extraída no interior do estado de São Paula na região do Vale do Paraíba, sendo transportada para sua unidade em São Paulo através de transporte ferroviário, nesta unidade em São Paulo é realizado a produção de areia média ensacada de 20 Kg quilogramas.

Para realizar a operação de ensacamento de areia ou pedra são necessários cinco trabalhadores, um para envasar a areia no saco, outro para selar o saco, outros dois para empilhar os sacos nos pallets e um para “estrecar” os pallets (figura 6).

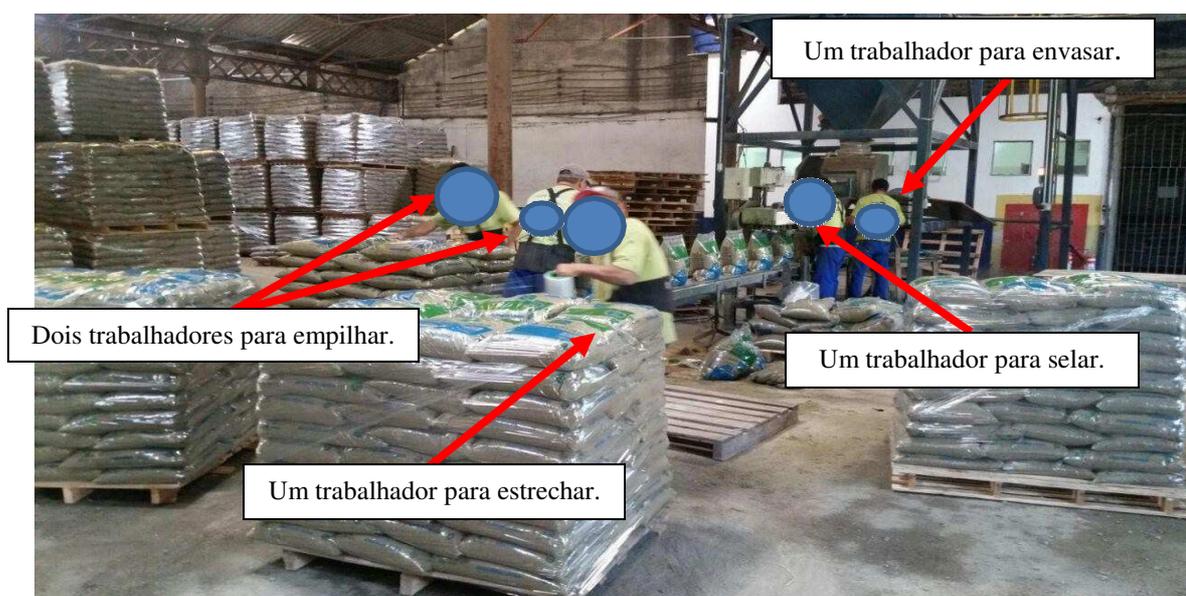


Figura 6 – Trabalhadores no Processo de Ensaque

Fonte: Autor

A empresa enfrenta grandes problemas de controle de estoque e produção, onde foi verificado que o estoque em alguns momentos chega a ocupar todo o pátio (figura 7), restringindo espaço para armazenamento, isso ocorre devido à superprodução que é considerado o maior desperdício do *Lean Manufacturing*.



Figura 7 – Estoque de ensacados

Fonte: Autor

A produção realizada na empresa é empurrada, ou seja, enquanto há espaço no estoque se produz areia ou pedra ensacada, chegando a ficar produto ensacado no estoque por semanas (2, 3, 4 ou mais) aguardando para ser vendida para os clientes que são lojas de grande porte do comércio atacadista, ou seja, esta se produzindo mais do que o necessário e mais rápido do que é preciso. Porém, isso acarreta no aumento da capacidade do equipamento, desequilíbrio na linha de produção, planejamento deficiente da produção, fadiga dos trabalhadores por se tratar de um trabalho repetitivo e com levantamento de peso manual.

Os produtos fabricados pela empresa possuem demanda alta e flutuação baixa (podemos observar essas taxas na tabela 5 da seção 5.1, onde a demanda se mantém estável e constante por se tratar de contratos de longa duração com grandes redes atacadistas de material de construção), isso quer dizer que o produto é sempre utilizado e em grandes quantidades, para Graeml e Peinado (2007) produtos com essas características se enquadram no 2º Quadrante de

atuação do *Kanban* conforme figura 3, neste caso de demanda alta e baixa flutuação a técnica recomendada é o *Kanban*.

Para prevenir essas consequências da superprodução, foi decidido pela aplicação da ferramenta *Kanban* para mudar o processo de produção de empurrada para produção puxada.

O operador de empilhadeira chega a percorrer distâncias de até 200 metros para levar os pallets no estoque ou para trazer até as docas, o que gera um gasto desnecessário de combustível e tempo. O estoque em média possui aproximadamente 30000 sacos de areia e 18000 sacos de pedra brita, totalizando 1200 pallets e uma área ocupada com estoque de até 1440 metros quadrados. Sendo necessário para suportar esse estoque o aluguel de 2 galpões de aproximadamente 2000 metros quadrados para suportar os espaços ocupados pelas máquinas e pelo estoque.

A figura 8 demonstra o layout sem a implantação do *Kanban*, onde podemos observar que não existe uma forma definida de estoque dos materiais, onde a areia e a pedra ensacada são misturadas no estoque. Outro desperdício que ocorre é a superprodução (produção em excesso sem demanda adequada), isso ocorre devido à falta de controle dos processos pelos responsáveis, ocasionando a lotação do galpão com pallets com sacos de areia e pedra, aumentando a movimentação desnecessária de pessoas e empilhadeiras, que desperdiçam tempo percorrendo distâncias desnecessárias para levar e buscar materiais acabados para abastecer os caminhões que ficam estacionados nas docas, e conseqüentemente aumentando o consumo de combustível e os custos do processo, além de colocar em risco os pedestres que circulam pelas faixas devido à possibilidade de atropelamento e queda de materiais sobre os pedestres.

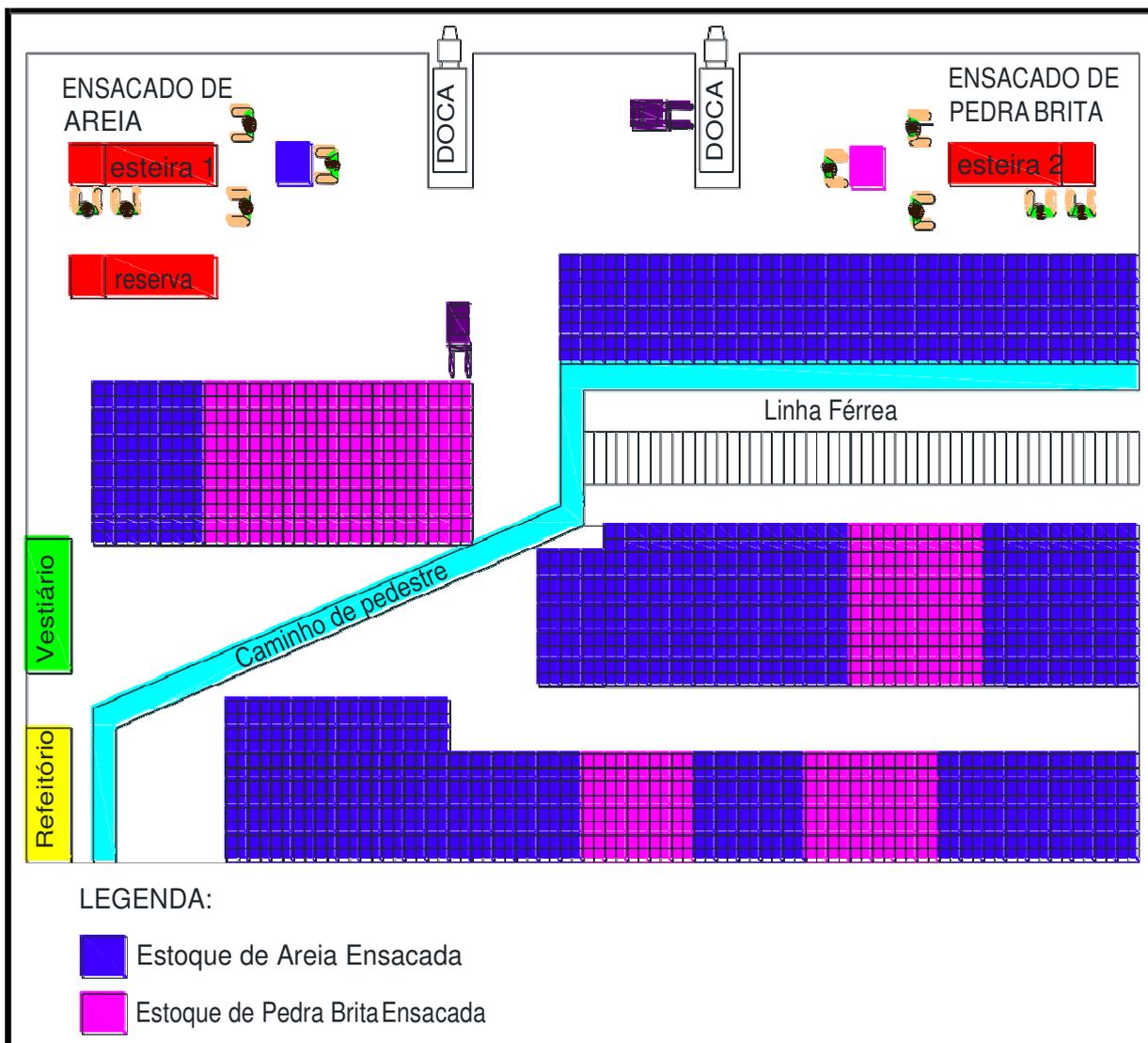


Figura 8 – Layout sem a implantação do Kanban

Fonte: Autor

4.2. MÉTODO DE CÁLCULO DO KANBAN COM SETUP

A empresa aluga dois galpões com área de 1000 metros quadrados cada galpão, totalizando um área de 2000 metros quadrados, possui no setor de produção duas máquinas para ensacar areia média e pedra brita, e uma máquina reserva caso haja a quebra de alguma das máquinas. As máquinas de ensacar trabalham 8 horas por dia e aproximadamente 22 dias por mês. A tabela 5 demonstra a demanda mensal e diária dos clientes, o tempo de preparação da máquina (*setup*), o tempo de fabricação de cada saco de areia e pedra, quantos dias de duração o estoque de segurança é capaz de suportar caso ocorra algum problema em máquinas ou equipamentos e a quantidade de sacos contidos em um contentor (*Kanban*).

Tabela 5 – Dados de produção e vendas

Fonte: Autor

Item	Areia Média (saco de 20 Kg)	Pedra 1 (saco de 20 Kg)
Demanda Mensal dos Clientes	99.000	55.000
Demanda Diária dos Clientes	4.500	2.500
Tempo de <i>setup</i> por máquina (minutos)	60	60
Tempo de fabricação por saco (minutos)	0,06	0,06
Estoque de segurança (dias)	1	1
Quantidade de sacos no contentor (cada cartão corresponde a 10 pallets)	400	400

Para realizar o cálculo da quantidade de contentores foi seguindo a técnica proposta por Graeml e Peinado (2007), conforme os passos abaixo:

- 1º Passo: cálculo do número de ciclos de produção por mês;

$$\text{Número de ciclos} = \frac{\text{Capacidade disponível} - \text{Capacidade efetiva}}{\Sigma \text{ setups}}$$

Capacidade disponível (CD):

8 horas por dia x 22 dias = **176 horas por mês**

Capacidade efetiva (CE):

$0,06 \times 99.000 + 0,06 \times 55.000 = 9240$ minutos \cong **154 horas/ mês**

Σ setups = 60 + 60 = 120 minutos = **2 horas no mês**

Número de ciclos = $\frac{176 - 154}{2} =$ **11 ciclos por mês**

- 2º Passo: cálculo do tempo de ciclo;

Tempo de ciclo = $\frac{1}{\text{Número de ciclos}} = 1 / 11 \cong$ **0,09 meses**

- 3º Passo: cálculo dos lotes mínimos de fabricação

Lote mínimo de fabricação = Demanda / Número de ciclos

LM areia = 99.000 / 11 \cong 9.000

LM pedra = 55.000 / 11 \cong 5.000

- 4º Passo: cálculo do tempo de ressuprimento;

Tempo de fabricação unitário (Tu) = tempo de fabricação / (22 dias x 8 horas x 60 minutos)

Tu areia = $0,06 / (22 \times 8 \times 60) = 0,000005681$

Tu pedra = $0,06 / (22 \times 8 \times 60) = 0,000005681$

TR = tempo de ciclo – ((LM – Q/K) x Tu)

TR areia = 0,09 – ((9000 – 400) x 0,000005681) \cong 0,041 meses

TR pedra = 0,09 – (5000 – 400) x 0,000005681) \cong 0,064 meses

- **Cálculo dos estoques Kanban;**

$$n^{\circ} K = \frac{LM}{Q/K} + \frac{ES}{Q/K} + \frac{D \times TR + 1}{Q/K}$$

$$n^{\circ} K \text{ areia} = (9000/400) + (4500/400) + ((99000 \times 0,041)/400) + 1$$

$$n^{\circ} K \text{ areia} = 22,5 + 11,25 + 11,15$$

$n^{\circ} K \text{ areia} \cong 23 \text{ Kanban verde} + 11 \text{ Kanban Amarelo} + 11 \text{ Kanban Vermelho}$

$n^{\circ} K \text{ areia} \cong 45 \text{ Contentores}$

$$n^{\circ} K \text{ pedra} = (5000/400) + (2500/400) + ((55000 \times 0,064)/400) + 1$$

$$n^{\circ} K \text{ pedra} = 12,5 + 6,25 + 9,8$$

$n^{\circ} K \text{ pedra} \cong 13 \text{ Kanban verde} + 6 \text{ Kanban Amarelo} + 10 \text{ Kanban Vermelho}$

$n^{\circ} K \text{ pedra} \cong 29 \text{ Contentores}$

4.3. DESENVOLVIMENTO DO CARTÃO E QUADRO KANBAN

Foram criados dois cartões *Kanban*: um na cor azul e outro na cor lilás; ambos com as informações sobre o produto (tipo do produto, código de identificação, quantidade a ser produzido e a especificação da embalagem), os cartões foram criados em duas cores distintas para facilitar a visualização do operador e assim evitar enganos no momento de colocar no quadro *Kanban* (ver figura 9 e 10).



Figura 09 – Cartão Kanban Frente

Fonte: Autor

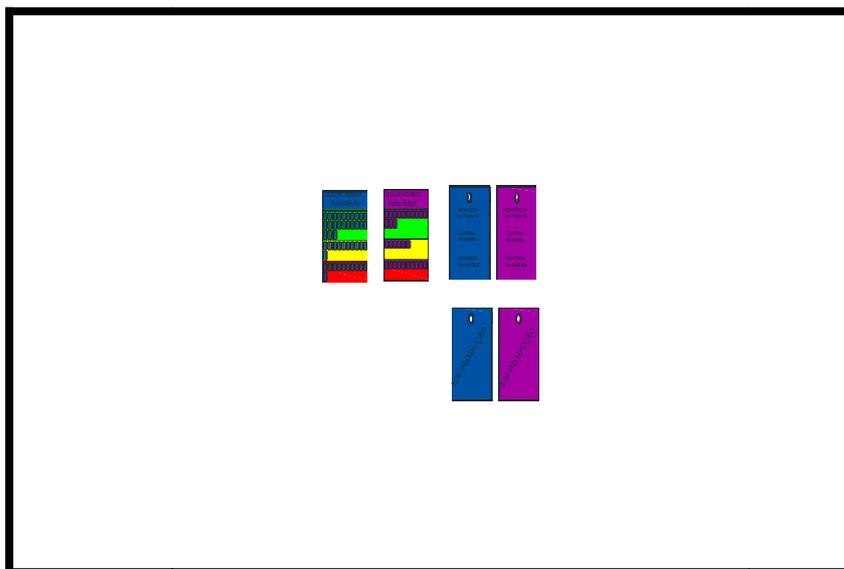


Figura 10 – Cartão Kanban Verso

Fonte: Autor

Foram desenvolvidos dois quadros *Kanban* de produção (figura 11) nas mesmas cores dos cartões *Kanban*, uma para a areia média e outro para pedra brita 01, no quadro *Kanban* da areia média foram calculados 45 contentores, sendo 23 na área verde, 11 na área amarela e 11 na área vermelha e no quadro *Kanban* da pedra brita 01 foram calculados 29 contentores, sendo 13 na área verde, 6 na área amarela e 10 na área vermelha.

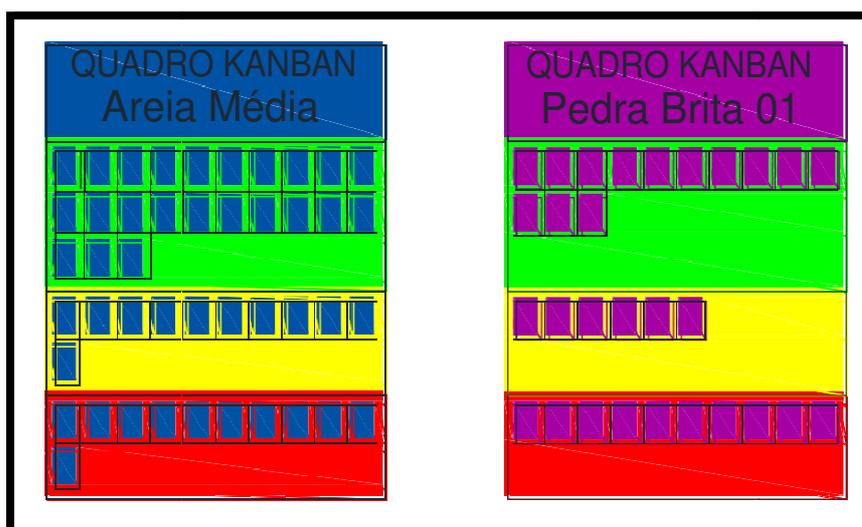


Figura 11 – Quadro Kanban de produção

Fonte: Autor

Figura 13 – Quadro *Kanban* do estoque

Fonte: Autor

Como podemos observar na figura 14, com a implantação do *Kanban* é possível desenvolver um novo layout, diminuindo a área necessária para estocar areia e pedra ensacada, aproximando o estoque da produção e das docas onde se localizam os caminhões a serem carregados com os pallets de areia e pedra ensacada, garantindo também maior segurança aos pedestres que não precisarão mais circular entre as empilhadeiras e próximo de materiais estocados.

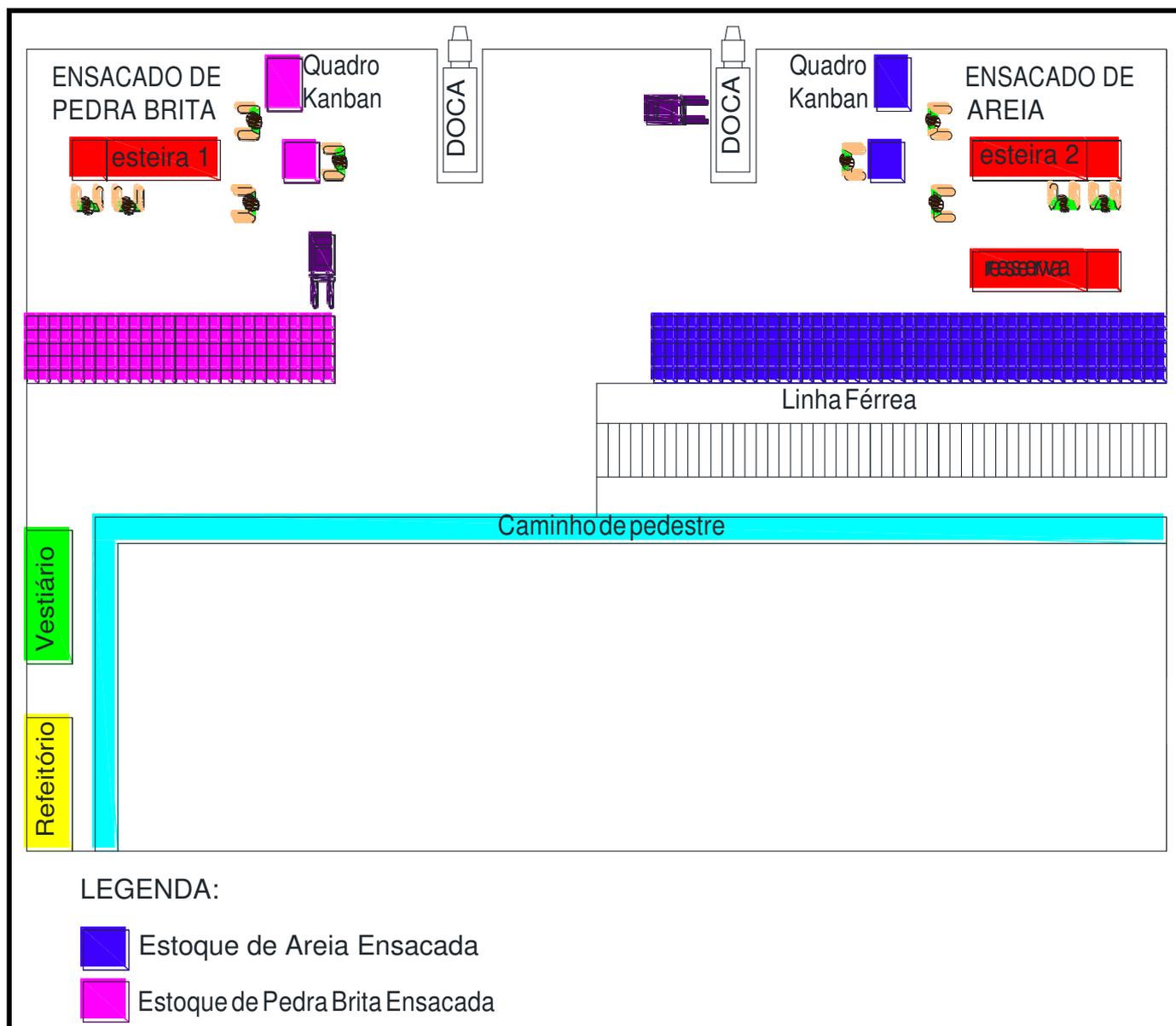


Figura 14 – Layout com a implantação do Kanban

Fonte: Autor

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

Este tópico do trabalho apresenta os resultados que a empresa poderá obter caso decida implantar o método *Kanban*, com a finalidade de demonstrar os ganhos como diminuição da área do estoque, economia com pallets, redução das distâncias percorridas pela empilhadeira e conseqüentemente eliminar a superprodução. A tabela 6 apresenta os resultados sem e com a implantação do método *Kanban*.

Tabela 6 – Resultados obtidos com a implantação do *Kanban*

Fonte: Autor

Item	Sem implantação do Kanban	Com implantação do Kanban
Maior distância percorrida pela empilhadeira	200 metros	30 metros
Estoque de areia	30000 sacos	18.000 sacos
Estoque de pedra brita	18000 sacos	11600 sacos
Área requerida para o estoque	720 metros quadrados	440 metros quadrados
Quantidade pallets utilizados	1200 pallets	740 pallets

Com a aplicação do *Kanban* é possível reduzir as distâncias percorridas pela empilhadeira, onde atualmente a maior distância percorrida pela empilhadeira pode chegar a 200 metros, existindo assim um consumo de combustível desnecessário, pois com a implantação do *Kanban* será possível reduzir essa distância para no máximo 30 metros, diminuindo o tempo de uso da empilhadeira e conseqüentemente uma economia de combustível.

O estoque médio atual adotado pela empresa é de 30000 sacos de areia e 18000 sacos de pedra brita, o *Kanban* é capaz de reduzir esse estoque para 18000 sacos de areia e 11600 sacos de pedra brita, uma redução de 18400 sacos no estoque, conseqüentemente haverá uma redução na área de estoque, pois cada pallet possui 1,2 metros quadrados, o empilhamento máximo recomendado são de até 2 pallets, sendo assim o uso atual é calculado através da fórmula abaixo:

Área requerida_{atual} = (total de pallets/2) x área do pallet

Área requerida_{atual} = (1200/2) x 1,2 m²

Área requerida_{atual} = 600 x 1,2 m²

Área requerida_{atual} = 720 m²

Área requerida_{projetada} = (total de pallets/2) x área do pallet

Área requerida_{projetada} = (740/2) x 1,2 m²

Área requerida_{projetada} = 370 x 1,2 m²

Área requerida_{projetada} = 444 m²

Portanto haverá uma redução da área ocupada pelo estoque de 720 metros quadrados para 444 metros quadrados, uma redução de 276 metros quadrados, o que equivale a uma redução de 39% da área utilizada atualmente para estocar os materiais acabados.

Haverá também uma redução na quantidade de pallets necessários para estocar os produtos acabados, atualmente existem no estoque em média 1200 pallets, com a implantação do *Kanban* serão necessários 740 pallets, uma redução de 460 pallets, cada pallet custa em média R\$ 40,00, portanto, é possível ter uma economia de até R\$ 18000,00 só com a redução de pallets no estoque.

Portanto, conforme podemos observar neste trabalho que é possível se reduzir custos e esforços desnecessários para atender os clientes com qualidade e com eficiência, sem desperdícios e com economia.

O sistema *Kanban* adotado utiliza apenas um cartão e seu funcionamento consiste em 5 passos:

- 1° Passo: o cartão *Kanban* esta no contentor, que esta no estoque, e o quadro *Kanban* de produção está vazio. Neste caso não se produz;
- 2° Passo: a expedição consome dez pallets que corresponde a um contentor, o mesmo retira o cartão do contentor e coloca no quadro *Kanban* correspondente;
- 3° Passo: a área produtiva verifica que possui cartão no contentor e toma como ordem de fabricação;
- 4° Passo: a área produtiva vira o cartão ao contrário em seu próprio lugar no quadro, para indicar que o produto esta em produção;

- 5º Passo: quando o contentor estiver abastecido, a área produtiva retira o cartão do quadro e coloca novamente no contentor e inicia o 1º passo.

A figura 15 ilustra as fases do funcionamento e a simplicidade de utilização do ciclo *Kanban* desenvolvido para a empresa.

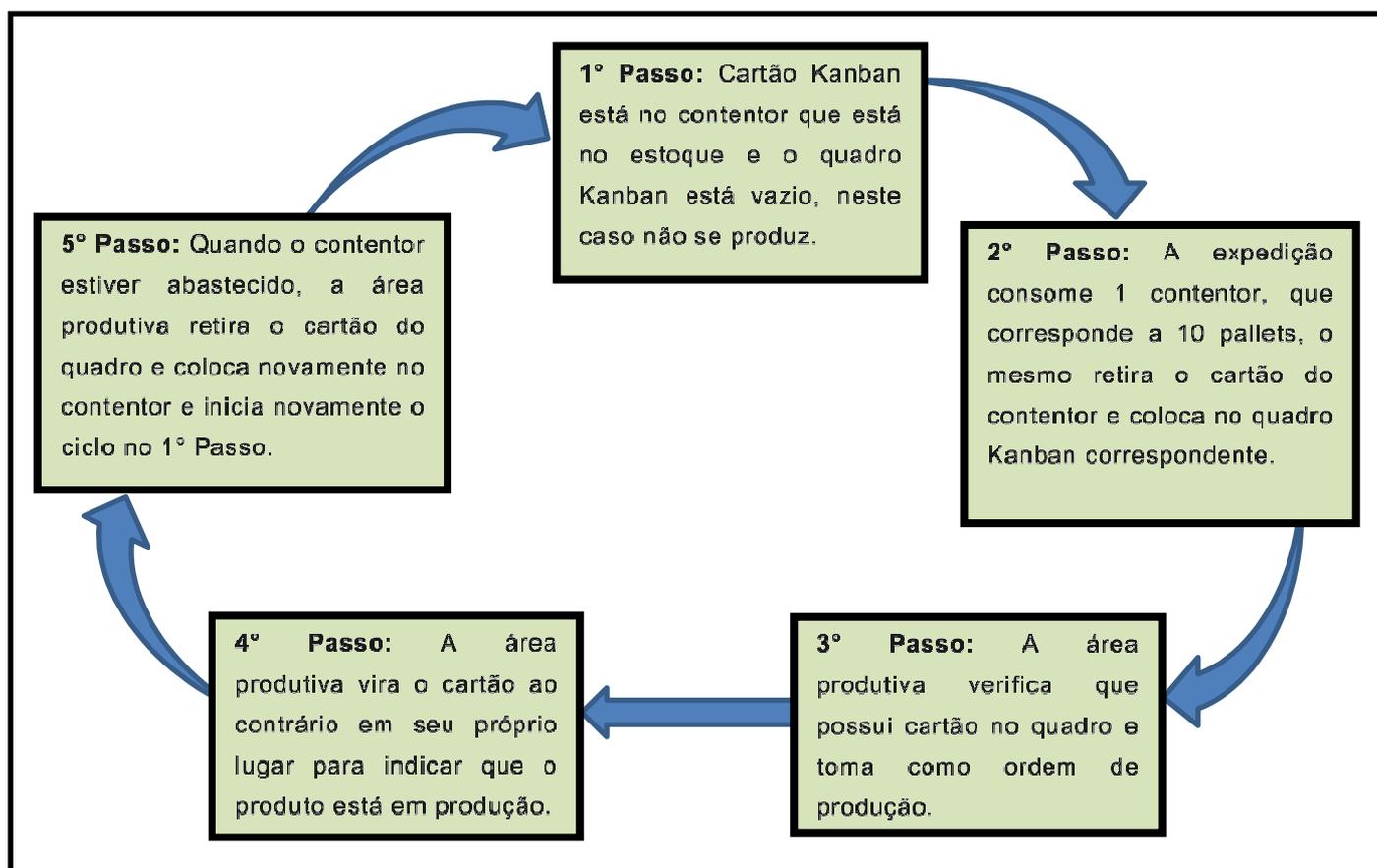


Figura 15 – Funcionamento do ciclo Kanban

Fonte: Autor

6. CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste presente trabalho possibilitou através da literatura apresentar os conceitos do método *Kanban*, demonstrando os benefícios que a empresa irá desfrutar caso opte por utilizar esse método, além disso, também permitiu demonstrar a aplicação prática em uma empresa servindo de modelo para futuras aplicações em ambientes reais de produção que possuam as mesmas características da empresa estudada.

Os principais resultados obtidos pelo trabalho foram a diminuição do excesso de movimentação das empilhadeiras, pois com a diminuição do número de materiais acabados estocados será possível aproximar o estoque da produção, pois a área exigida para estocar todo o material será de 39% menor que a área utilizada atualmente.

Os principais objetivos propostos por este estudo foram atingidos, como:

1. Demonstrar através da literatura os conceitos do sistema *Kanban* e sua fácil aplicação caso seja seguido às recomendações descritas em tais literaturas, descrevendo e demonstrando seu o método de aplicação;
2. Também foi possível à realização dos cálculos de contentores para areia e pedra ensacada;
3. Fica demonstrado que o método realmente dá autonomia aos colaboradores que passam, a saber, exatamente o que, quando e quanto produzir, sem necessitar de uma ordem de produção; e
4. Consequentemente a eliminação da superprodução, excesso de movimentação e estoque excessivo.

O método de *Kanban* com único cartão com *setup* proposto por Graeml e Peinado (2007) se demonstrou de fácil aplicabilidade, e com as características semelhantes ao processo de produção estudado, sendo admissível sua utilização para demonstrar as principais alterações que serão possíveis realizar na empresa.

Dada à importância do tema abordado, torna se necessário um estudo mais aprofundado para realizar o balanceamento da produção, para verificar a real capacidade de produção dos equipamentos existente na empresa, para definir a demanda máxima que a empresa possa atender e assim projetar em médio prazo

sua expansão no mercado. Outro tema, que também merece atenção, e pode ser alvo de estudo futuro é a ergonomia no processo de produção, por se tratar de uma atividade manual e que exige a realização de movimentos repetitivos que podem gerar graves lesões e afastamentos.

O objetivo geral do trabalho foi atingido, pois através de uma pesquisa de literatura foi possível encontrar vários autores que descrevem sobre o método estudado para aplicação prática do método *Kanban*.

Por fim, a aplicação dos conceitos de *Kanban* na produção de areia e pedra ensacada reduziu a superprodução, o estoque e a movimentação de empilhadeira, conforme demonstrado anteriormente (Tabela 06, do tópico Resultados e Discussão).

7. REFERÊNCIAS

ANEPAC – Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção. **História da Areia e Brita**. Disponível em <https://bit.ly/2tPD0XS>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

ANEPAC – Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção. **Perspectivas para o Setor de Agregados para 2014**. Disponível em <https://bit.ly/2tXLPB1>. Acesso em 09 de fevereiro de 2019.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030)**, Brasília: MME, 2010, 1v.

CARVALHO, P. S. L.; MESQUITA, P. P. D.; CARDARELLI, N. A. **Panorama Setorial 2030 Mineração e Metalurgia**. Disponível em <https://bit.ly/2OemYSC>. Acesso em 18 de março de 2019.

CHAVES, A. P.; CHIEREGATI, A. C. **Estado-da-Arte em Tecnologia Mineral no Brasil em 2002**. Disponível em <https://bit.ly/2JgePyz>. Acesso em 09 de janeiro de 2019.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**, 3ª edição. São Paulo: Atlas, 2012.

CORRÊA, H. L. e GIANESI, G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico**, 2ª edição, São Paulo: Editora Atlas, 1992, pp. 52.

DALLA, W. D.; MORAIS, L. L. P. **Produção enxuta: vantagens e desvantagens competitivas decorrentes da sua implementação em diferentes organizações**. Bauru: XIII SIMPEP, 2006.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral 2015**. Disponível em <https://bit.ly/2TyQmZ6>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

FERNANDES, F. R. C. **Recursos minerais e comunidade - impactos humanos, socioambientais e econômicos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014.

FERREIRA, G. E. **Competitividade da mineração nacional frente a globalização**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2002, pp 24.

GRAEML, A. R.; PEINADO, J. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: Centro Universitário Positivo, 2007, pp. 448-476

GUEDES, D. B. **A aplicabilidade do Kanban e suas vantagens enquanto ferramenta de produção numa indústria calçadista da Paraíba**. São Carlos: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010, pp 4.

GUIMARÃES, P. E.; CEBADA, J. D. P. **Conflitos Ambientais na Indústria Mineira e Metalúrgica: O Passado e o Presente**. Rio de Janeiro: Évora, 2016, pp 74.

KULAIF, Y. **Análise dos mercados de matérias-primas minerais: estudo de caso da indústria de pedras britadas do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2001.

LACERDA, B.; VALVERDE, F. M. **Demanda por agregados continuou aquecida em 2011**. Revista Areia e Brita, São Paulo, 57ª Edição, 2012, pp 15-16.

LIMA, J. M. G.; VALE, E. **Competitividade da indústria mineral brasileira**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2003, pp 25-26.

MCKAY, J.; MARSHALL, P. **The Dual Imperatives of Action Research**. Information Technology & People, volume 14, 2001, p. 46.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração**, 4ª edição. São Paulo: Atlas, 1995.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégia, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Apostila UNIFEI, 2012. 191p.

Ministério do Planejamento. **PROJETO APOIO AOS DIÁLOGOS SETORIAIS UNIÃO EUROPEIA – BRASIL: Estado da arte da mineração no Brasil, 2017**. Disponível em <https://bit.ly/2XMi6bT>. Acesso em 09 de janeiro de 2019.

MOURA, R. A.; **A simplicidade do controle de produção**. 3ª edição. São Paulo: IMAN, 1989, pp 25.

MOURA, R. A.; BANZATO, J. M. **Jeito Inteligente de Trabalhar: 'Just-in-Time' a reengenharia dos processos de fabricação**. São Paulo: IMAM, 1996.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 2013, pp. 23-26, 47, 140.

QUITÉRIO, F. N. D. **Uma análise de técnicas do planejamento e controle da produção e da filosofia Lean**. Trabalho de Conclusão de Curso, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2010, pp 27.

ROSA, P. M. **A competitividade das indústrias do sul de Santa Catarina: os fatores setoriais e sistêmicos**. Monografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004.

SERNA, H. A. L.; REZENDE, M. M. **Agregados para a Construção Civil**. Disponível em <https://bit.ly/2SUXLxg>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Tradução Eduardo Schaan, 2ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Cambridge, MA: Productivity Press, 1985.

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

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**. São Paulo: Atlas, 1993, pp 18.

THIELMANN, R. *et al.* **Análise e comparação do Kanban tradicional e variações: um estudo de caso sobre montadoras de veículos**. Rio de Janeiro: XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2015, pp 7.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14a. edição, São Paulo: Cortez Editora, 2005.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1997, pp 220.

TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: A produtividade do chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

VALVERDE, F. **Agregados para construção civil 2007**. Disponível em: <https://bit.ly/2SXmD7C>. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.

VALVERDE, F. **Balanco Mineral Brasileiro 2001**. Disponível em: <https://bit.ly/2Of9Lcj>. Acesso em: 09 de janeiro de 2019.