Universidade Federal da Paraíba

Centro de Tecnologia

Departamento de Engenharia Civil

Trabalho de Conclusão de Curso

CONTROLE DE ESTOQUE NA INDÚSTRIA CIMENTEIRA ATRAVÉS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO COM TECNOLOGIA DE LASER SCANNER 3D E FOTOGRAMETRIA

Amanda Pereira de Lima

João Pessoa – PB

2022

AMANDA PEREIRA DE LIMA

CONTROLE DE ESTOQUE NA INDÚSTRIA CIMENTEIRA ATRAVÉS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO COM TECNOLOGIA DE LASER SCANNER 3D E FOTOGRAMETRIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.ª Liane Marcia Freitas e Silva

João Pessoa – PB

2022

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L732c Lima, Amanda Pereira de.
Controle de estoque na indústria cimenteira através de levantamento topográfico com tecnologia de laser scanner 3d e fotogrametria / Amanda Pereira de Lima. João Pessoa, 2022.
49 f. : il.

Orientação: LIANE MÁRCIA FREITAS SILVA.
Monografia (Graduação) - UFPB/TECNOLOGIA.

1. ESTOQUE. I. SILVA, LIANE MÁRCIA FREITAS. II. Título.

UFPB/BS/CT CDU 628(043.2)

Elaborado por ONEIDA DIAS DE PONTES - CRB-216

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

FOLHA DE APROVACÃO

AMANDA PEREIRA DE LIMA

CONTROLE DE ESTOQUE NA INDÚSTRIA CIMENTEIRA ATRAVÉS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO COM TECNOLOGIA DE LASER SCANNER 3D E FOTOGRAMETRIA

Trabalho de Conclusão de Curso em 07/12/2022 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Liane Márcia Freitas e Silva — APROVADA
Profª Drª. Liane Marcia Freitas e Silva
Departamento de Engenharia de Produção do CT/UFPB

Jonas Alves de Paiva — APROVADA
Prof. Dr. Jonas Alves de Paiva
Departamento de Engenharia de Produção do CT/UFPB

Claudino Lins Nóbrega — APROVADA
Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Profª. Andrea Brasiliano
Coordenadora CCGEC/CT/UFPB
SIAPE 1549557

Profª. Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

CONTROLE DE ESTOQUE NA INDÚSTRIA CIMENTEIRA ATRAVÉS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO COM TECNOLOGIA DE LASER SCANNER 3D E FOTOGRAMETRIA

RESUMO

Empresas cimenteiras se configuram como processos contínuos de produção de grande volume e precisam também de grandes volumes de estoques de matérias primas compatíveis com o consumo necessário na produção de cimento. Logo, elas precisam que os estoques tenham o melhor controle possível, pois a falta deles pode paralisar a produção, o que traz problemas significativos pelo alto volume de produção perdido, mas da mesma forma, o excesso dos estoques pode causar muito capital imobilizado. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é propor uma melhoria no controle de estoque através de novas tecnologias de medição topográfica com laser scanner 3D e fotogrametria, fornecendo dados de maior precisão para realização de inventários com maior assertividade. Com isso, esses inventários são utilizados para correções de volumes divergentes nos estoques contábeis, para orientação do PCP no planejamento para ressuprimento do que for necessário e para norteamento das decisões estratégicas da indústria quanto ao planejamento anual do orçamento.

Palavras-chave: Topografia, Levantamento, Estoque, Inventário, Controle, Melhoria, PCP.

INVENTORY CONTROL IN THE CEMENT INDUSTRY THROUGH TOPOGRAPHIC SURVEY WITH 3D LASER SCANNER TECHNOLOGY AND PHOTOGRAMETRY

ABSTRACT

Cement companies are configured as continuous high-volume production processes and also need large volumes of raw material inventories compatible with the necessary consumption in cement production. Therefore, they need stocks to have the best possible control, as the lack of them can paralyze production, which brings problems caused by the high volume of lost production, but in the same way, excess stocks can cause a lot of immobilized capital. In this context, the objective of this research is to provide an improvement in inventory control through new topographic measurement technologies with 3D laser scanner and photogrammetry, providing more accurate data to carry out inventories with greater assertiveness. As a result, these inventories are used to correct divergent volumes in accounting inventories, guide the PCP in planning to resupply what is necessary and guide the industry's strategic decisions regarding annual budget planning.

Keyword: Topography, Survey, Stock, Inventory, Control, Improvement, PCP.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - PCP e Sistema contínuo de produção 11
Figura 2 - Divisão e subdivisões da Topografia 17
Figura 3 - Boletim diário de produção 25
Figura 4 - Manuseio de matéria prima com máquina pá carregadeira e caminhões 28
Figura 5 - Topografia de Laser Scanner dentro de silo de difícil acesso 31
Figura 6 - Levantamento topográfico com estação total 33
Figura 7 - Levantamento topográfico com fotogrametria 33
Figura 8 - Levantamento topográfico com estação total 35
Figura 9 - Levantamento topográfico com fotogrametria 35
Figura 10 - Levantamento topográfico com laser scaner 36
Figura 11 - Levantamento topográfico com laser scaner 36
Figura 12 - Levantamento topográfico com fotogrametria 37
Figura 13 - Levantamento topográfico com laser scaner 38
Figura 14 - Levantamento topográfico com fotogrametria 39
Figura 15 - Histórico de densidades analisadas 40
Figura 16 - Levantamento topográfico com laser scaner 41
Figura 17 - Levantamento topográfico com laser scaner 41
Figura 18 - Levantamento topográfico com laser scaner 42
Figura 19 - Levantamento topográfico com laser scaner 42
Figura 20 - Levantamento topográfico com laser scaner 43
Figura 21 - Levantamento topográfico com laser scaner 43
Figura 22 - Formulário para correção de estoque 45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Planejamento de consumo mensal de matérias primas 26

Tabela 2 - Comparativo entre estação total e fotogrametria..... 34

Tabela 3 - Comparativo topográfico entre estação total e fotogrametria 35

Tabela 4 - Comparativo entre topografia a laser scanner e fotogrametria..... 37

Tabela 5 - Comparativo entre topografia a laser scanner e fotogrametria..... 39

Tabela 6 - Comparativo entre os estoques físicos e contábeis 44

SUMÁRIO

1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA 8
1.2. OBJETIVO 10
1.2.1. Objetivo Geral 10
1.3. Objetivos específicos 10
2. REVISÃO BILIOGRÁFICA 11
2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO 11
2.2. CONTROLE DE ESTOQUES 12
2.3. INVENTÁRIO 14
2.4. TOPOGRAFIA 16
3. MÉTODO DE PESQUISA 20
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA 20
3.2. MÉTODO DE COLETA DE DADOS 21
4. RESULTADOS 24
4.1. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES VINCULADAS AOS ESTOQUES DA EMPRESA 24
4.1.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO 24
4.1.2. CADEIA DE SUPRIMENTOS 26
4.1.3. CONTROLE DE ESTOQUES 28
4.1.4. INVENTÁRIO 29
4.1.5. TOPOGRAFIA 30
4.2. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TOPOGRAFIA DE ESTAÇÃO TOTAL E FOTOGRAMETRIA 33
4.3. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TOPOGRAFIA DE FOTOGRAMETRIA E LASER SCANNER 36
4.4. ANÁLISE DAS DIFERENÇAS FÍSICAS E CONTÁBEIS ATRAVÉS DE INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO DA MELHORIA NO CONTROLE DE ESTOQUE . 40
5. CONCLUSÃO 46
REFERÊNCIAS 47

1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O controle do estoque das matérias primas é essencial no processo de produção de cimento, pois a falta de material pode causar interrupção na produção, levando a empresa arcar com lucro cessante de alto custo. Dias (2010) aponta que sem estoque é impossível uma empresa trabalhar, pois ele é o amortecedor entre os vários estágios da produção. Porém, se há excesso de material no estoque, este eleva o custo operacional do armazenamento, além de representar capital parado e, de acordo com Dias (2010), deve-se minimizar o capital investido em estoques, pois ele é de alto custo, e aumenta de acordo com o custo financeiro.

Para garantir o melhor controle de estoque contábil, é de extrema importância o monitoramento, através de inventários, que permitam a correção de possíveis desvios, se necessário, evitando assim faltas ou excessos. Viana (2006) relata que com o inventário fica viável efetuar as conciliações necessárias e identificar as possíveis falhas de rotina ou de sistema, corrigindo-as.

Para realizar o monitoramento dos estoques das matérias primas necessárias para as fases do processo produtivo, pode-se utilizar métodos de medição mais eficazes, com o uso de tecnologia de medição a laser, com auxílio de drone e GPS, para fazer o levantamento planialtimétrico e, com isso, possibilitar o cálculo volumétrico do material armazenado. Isso principalmente para tipos de estoques de difícil contagem por unidade e lotes, como é o caso dos estoques dos processos contínuos como a da empresa cimenteira, que é foco desta pesquisa.

Esta empresa produz três tipos de cimentos Portland (CP II F32, CP II F40 e CP V ARI) e para fazer o controle dos seus estoques de matérias primas, para melhor direcionar o planejamento da produção, precisa-se adotar técnicas de inventário adequadas para o tipo de matéria-prima, especialmente pelo fato de serem armazenadas em pilhas que são manuseadas por máquinas pás carregadeiras deixando-as com muitas irregularidades.

A fabricação do cimento é basicamente feita em etapas, sendo: mineração, britagem, produção de farinha, produção de clínquer e produção de cimento. Na mineração é extraído o calcário que passa pelo processo de britagem antes de ser armazenado em galpões. Na produção de farinha, o calcário, que é a matéria prima principal, juntamente com a argila, pó de pedra e minério, são inseridos dentro de moinhos até se tornar um pó homogêneo e então é armazenado em silo fechado. Na produção do clínquer, a farinha passa por um pré-aquecimento em uma torre de ciclones e depois pelo processo de queima controlada, através

de um queimador que utiliza coque de petróleo para manter a chama acesa, dentro de um forno rotativo e depois é resfriada rapidamente, se transformando em clínquer, que é a matéria prima principal do cimento. Na produção do cimento, além do clínquer, é dosado, dentro de um moinho de bolas, gesso e calcário, de acordo com a receita do tipo de cada cimento a ser produzido e logo após alcançar a finura desejada é armazenado em silos herméticos.

Como essas matérias primas e insumos são de alto custo, a exemplo do coque de petróleo que geralmente é importado, e algumas outras, como calcário, argila e gesso pode haver atrasos em seu ressuprimento, portanto é de muita importância um melhor controle de estoque, tanto para evitar estoques demasiados (gerando custo) quanto para evitar falta deles (ocasionando lucro cessante por parada do processo produtivo).

Neste contexto, que a fotogrametria e escaneamento a laser são exemplos de técnicas de coleta de dados em massa (onde milhões de pontos podem ser coletados rapidamente) e são adequados para objetos mais complexos em uma variedade de escalas, incluindo levantamento aéreo (3D Laser Scanning for Heritage, 2007).

Com base nesta tecnologia de medição, é possível refinar o monitoramento dos estoques através de medições periódicas, e com isso gerar um relatório de inventário, averiguar se há alguma divergência entre o estoque físico e contábil e realizar correção em tempo de não afetar gravemente o processo produtivo e evitar perdas de qualquer natureza.

Para conseguir realizar todos esses processos e controles, a empresa objeto deste estudo, faz o uso de um sistema ERP, onde, segundo Vieira (2009) *apud* GASNIER *et al*., (2002) afirma que um sistema ERP é um sistema complexo centralizado que gerencia os dados para o processo global dentro de uma empresa, que inclui contabilidade, finanças, suprimentos, produção, vendas, gerenciamento dos recursos humanos etc., ou seja, permite gerenciar toda a cadeia logística, desde o planejamento da produção até o transporte.

E, para garantir a melhor exatidão dos dados no sistema contábil ERP, a empresa adotou a realização de inventários periódicos, por meio dessas tecnologias mais eficazes, para obter mais exatidão no inventário das matérias primas, e com isso, possibilitar que o planejamento da produção da empresa possa elaborar plano de produção e de compras mais eficazes, considerando a disponibilidade de matéria prima existente.

Pela dificuldade percebida nos levantamentos topográficos, utilizando os métodos tradicionais (estação total), optou-se pela utilização da tecnologia de Laser Scanner 3D e Fotogrametria, métodos capazes de coletar milhões de pontos georreferenciados por

segundo, o que nos dá maior exatidão nos cálculos volumétricos, através da geração de modelos tridimensionais, com isso gerando maior confiabilidade nos resultados dos inventários físicos e melhorando o controle dos estoques.

Dado este cenário, a pergunta problema que orienta a realização desta pesquisa é: Como se aplica o uso da tecnologia de Laser Scanner 3D e Fotogrametria como método de inventário para as matérias primas de uma empresa cimenteira e quais as vantagens dessas tecnologias para o controle de estoques?

1.2. OBJETIVO

1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar a melhoria no controle de estoque através de medições topográficas para realização de inventários periódicos, quanto a sua eficiência e confiabilidade.

1.3. Objetivos específicos

a) Descrição das atividades vinculadas aos estoques da empresa;
b) Análise comparativa entre topografia de estação total e fotogrametria;
c) Análise comparativa entre topografia de fotogrametria e laser scanner;
d) Análise das diferenças físicas e contábeis através de inventário e avaliação da melhoria no controle de estoque.

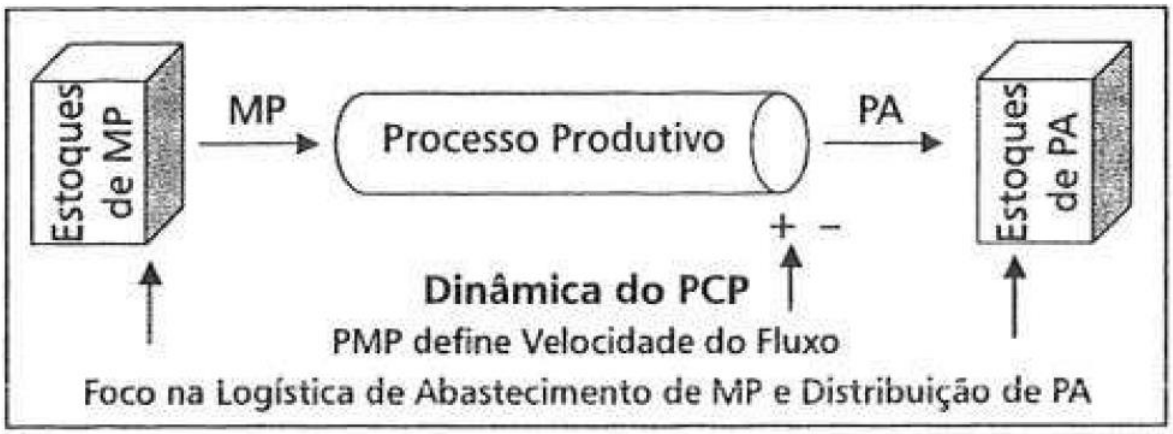
2. REVISÃO BILIOGRÁFICA

2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

A área de PCP nas empresas planeja, controla e coordena os recursos de manufatura necessários à fabricação de produtos e faz a emissão das ordens de fabricação e de compra. Para isso, necessita de informações de diferentes áreas da empresa para elaborar o planejamento e a programação da produção (GUERRINI, 2014).

As empresas são estudadas como um sistema que transforma, via processamento, entradas (insumos) em saídas (produtos) úteis aos clientes. Este sistema é chamado de sistema produtivo (TUBINO, 2007).

Figura 1 - PCP e Sistema contínuo de produção



Fonte: TUBINO (2007)

Conforme se pode ver na Figura 1, nesses sistemas há uma grande quantidade de estoques de uma pequena variedade de matérias-primas (MP) na entrada do sistema e, na saída, outra grande quantidade de estoques de uma pequena variedade de produtos acabados (PA) (TUBINO, 2007).

A função “processo” define a estrutura que a fábrica deve ter para realizar a transformação das matérias-primas e dos insumos em produtos acabados do modo mais eficaz e eficiente possível, de acordo com os padrões de competitividade que o mercado estabelece para o segmento de atuação da empresa (GUERRINI, 2014).

As empresas, de uma ou de outra maneira, direcionam suas atividades para o rumo em que elas acham que o ser negócio andará. O rumo é normalmente traçado em cima de previsões, sendo a previsão da demanda a principal delas (TUBINO, 2007).

O dimensionamento da capacidade de transformação da matéria-prima em produtos acabados com o uso da estrutura requer informações a respeito da demanda a ser atendida para a garantir que a coordenação de todo esse processo pela infraestrutura tenha condições de apoiar a estratégia de atendimento à demanda que a direção da empresa, em consenso com vendas, financeiro, marketing e produção, definiu (GUERRINI, 2014).

Neste sentido, as previsões são usadas pelo PCP em dois momentos distintos: para planejar o sistema produtivo e para planejar o uso deste sistema produtivo (TUBINO, 2007).

O início do fluxo de informações do Planejamento e controle de produção é o planejamento estratégico. O objetivo básico do planejamento estratégico é elaborar estudos que permitam a empresa vislumbrar a sua estratégia a longo prazo (GUERRINI. 2014).

Como resultado das decisões estratégicas no âmbito da produção, é elaborado um plano de longo prazo, aqui chamado de plano de produção, que tem por meta direcionar os recursos produtivos para as estratégias escolhidas. Este plano servirá de base para equacionar os níveis de produção e compras, estoques, recursos humanos, máquinas e instalações necessários para atender à demanda prevista (TUBINO, 2007).

Tendo em vista a alta demanda a ser atendida e as decisões estratégicas, o PCP é responsável por toda gestão e controle de estoques, ou seja, na gestão de estoques, o PCP controla e faz a gestão das matérias-primas, mantendo o estoque seguro e abastecido.

2.2. CONTROLE DE ESTOQUES

A sua função é compensar as diferenças entre a velocidade de fornecimento e demanda. Estoques podem ser mantidos em diferentes etapas do processo de produção, cada um com uma finalidade específica (GUERRINI, 2014).

As empresas trabalham com estoques de diferentes tipos que necessitam ser administrados, centralizados em um almoxarifado ou distribuídos por vários pontos dentro da empresa (TUBINO, 2007).

Pode-se identificar uma série de funções para as quais estes estoques são criados, entre elas as principais são: garantir a independência entre etapas produtivas, permitir uma

produção constante, possibilitar o uso de lotes econômicos, reduzir os *lead times* produtivos, como fator de segurança e para obter vantagem de preço (TUBINO, 2007).

A estratégia baseada mais fortemente no amortecimento dos níveis de flutuação da demanda enfatizará a gestão de estoques e a programação das atividades (GUERRINI, 2014). Ou seja, os estoques são necessários para absorver problemas que possam surgir no processo produtivo.

Todas as indústrias têm um estoque de matérias-primas de algum tipo. O volume de cada matéria-prima depende do tempo de reposição, do tempo decorrido para receber os pedidos colocados no fornecedor, da frequência do uso, que é o consumo, do investimento exigido e das características físicas do material (DIAS, 2010).

O objetivo da existência dos estoques é que eles são essenciais para a gestão logística. Funcionam como uma garantia de disponibilidade entre a oferta e a demanda, seja de produtos acabados para atendimento de clientes, seja de matérias-primas ou materiais em processo dentro de uma manufatura; sendo esse, portanto, o objetivo primário da existência dos estoques (VIEIRA, 2009).

Há produtos que, devido à sua complexidade ou mesmo situações de fornecimento não podem correr o risco de não ter a matéria-prima disponível. Nesse caso, constitui-se um estoque isolador ou também conhecido como estoque de segurança para absorver incertezas de fornecimento ou demanda (GUERRINI, 2014).

Segundo Vieira (2009) os estoques apresentam várias características e funções peculiares às necessidades ou finalidades a que se destinam:

a) estoque de antecipação ou sazonal – é o estoque aplicado para produtos com comportamento sazonal de demanda. As empresas não dimensionam os recursos para atender aos picos de demanda, e sim procuram manter um ritmo de produção estável, em que os estoques são feitos previamente e consumidos durante os períodos de demanda;
b) estoque de segurança (flutuação) – a função do estoque de segurança é proteger a empresa contra imprevistos na demanda (demanda inesperada) – atrasos na entrega de insumos ou aumentos inesperados no consumo podem gerar falta de produtos. Na maioria das vezes, essas faltas significam perdas reais de vendas;

c) estoque de proteção – para esse tipo de estoque, o objetivo é se proteger contra eventualidades que envolvem especulações de mercado relacionadas às greves, aumento de preços, situação econômica e políticas instáveis, ambientes inflacionários e imprevisíveis;
d) estoque de ciclo ou estoque por tamanho de lote – o estoque de ciclo existe quando os pedidos exigem um lote mínimo de produção ou venda, normalmente maior que a quantidade para satisfazer uma demanda imediata. Essas condições podem estar vinculadas ao tamanho mínimo do lote em função da produção, do fornecimento ou do transporte;
e) estoque em trânsito (canal) – esse tipo de estoque corresponde à movimentação física de materiais e produtos. Materiais ou componentes movimentando-se de um fornecedor até a planta, de uma operação para outra, de uma planta a um centro de distribuição, do centro de distribuição ao cliente são considerados como estoques em trânsito.

Em qualquer empresa, a preocupação da gestão de estoques está em manter o equilíbrio entre as diversas variáveis componentes do sistema, tais como: custos de aquisição, de estocagem e de distribuição; nível de atendimento das necessidades dos usuários consumidores etc. (VIANA, 2006).

Por mais moderno e acurado que sejam os sistemas de controle de estoques, estes estão, ainda, sujeitos a falhas, o que se reflete na prática como uma diferença entre o saldo contábil e o físico. De modo a obterem-se ganhos em eficiência, a exatidão é peça fundamental no processo de controle dos estoques (VIANA, 2009). Dentre as ferramentas para o controle de estoque, chama-se atenção para a prática do inventário para levantar os volumes de estoques existentes na empresa e com isso, atualizar esta importante informação para fins de gestão, auxiliando notadamente o PCP no planejamento da produção e dos suprimentos. Pela importância do tema, na sessão seguinte faz-se uma explanação sobre os inventários.

2.3. INVENTÁRIO

A atividade inventário físico visa ao estabelecimento de auditoria permanente de estoques, objetivando garantir a plena confiabilidade e exatidão de registros contábeis e físicos, essencial para que o sistema funcione com a eficiência requerida (VIANA, 2006).

O inventário físico é uma contagem periódica dos materiais existentes para efeito de comparação com os estoques registrados e contabilizados em controle da empresa, a fim de se comprovar sua existência e exatidão. Desse modo, os inventários visam confrontar a realidade física dos estoques, em determinado momento, com os registros contábeis correspondentes nesse mesmo momento. Com sua realização, fica viável efetuar as conciliações necessárias e identificar as possíveis falhas de rotina ou de sistema, corrigindo-as (VIANA, 2006).

Segundo Dias (2010), periodicamente, a empresa deve efetuar contagens físicas de seus itens de estoque e produtos em processo para verificar:

a) Discrepâncias em valor, entre o estoque físico e o registro de estoque contábil;
b) Discrepâncias em quantidade, entre o estoque físico e o registro de estoque contábil;
c) Apuração do valor total do estoque (contábil) para efeito de balanços ou balancetes. Neste caso, o inventário é realizado próximo ao encerramento do ano fiscal.

Excluindo as imperfeições que provocam perda de exatidão nos registros em virtude de falhas durantes a movimentação de materiais, podem ainda ocorrer extravios, furtos e perdas por deterioração. Tais fatores em conjunto levam à necessidade de que, periodicamente, seja feita uma verificação para comprovar a existência e exatidão dos estoques registrados. Essa verificação é o inventário físico (VIANA, 2006).

Os inventários tornam-se importante instrumento de gerenciamento e, por razões de auditoria, é necessário ter-se a comprovação real da exatidão de seu valor (VIANA, 2006).

Conforme Dias (2010) o inventário pode ser classificado em:

a) Inventários Gerais - Efetuados ao final do exercício, abrangem todos os itens de estoque de uma só vez. São operações de duração relativamente prolongada, que, por incluir quantidade elevada de itens, impossibilitam as reconciliações, análise das causas de divergências e ajustes na profundidade;
b) Inventários Rotativos - Visando a distribuir as contagens ao longo do ano, concentrando cada contagem em menor quantidade de itens, reduz a duração

unitária da operação e dá melhores condições de análise das causas de ajustes, visando ao melhor controle;

Segundo Dias (2010), *Cut off*, é um dos procedimentos mais importantes do inventário; se a sua organização não for bem realizada, corre-se o risco de o inventário não corresponder à realidade. Poderá consistir em um mapa com todos os detalhes dos últimos documentos emitidos antes da contagem (notas fiscais, notas de entrada, requisição de materiais, devolução de materiais).

Existem situações em que deverão ser feitos inventários sem parar a linha de produção, sem parar a expedição e o recebimento de materiais de fornecedores; neste caso, o controle de *cut-off* necessita ser mais rígido ainda, para não se correr o risco de existência de itens contados duas vezes ou não contados (DIAS, 2010).

2.4. TOPOGRAFIA

O homem passou por diversos processos evolutivos de sobrevivência durante a história, desde suas formas primárias até as configurações atuais de sociedade. Após a criação de uma sociedade mais organizada, o ser humano necessitou especializar-se e demarcar seus domínios para uso em suas atividades agrícolas e moradias. A partir daí, o homem passou a usar a Topografia, sem mesmo saber que a havia descoberto (COELHO JÚNIOR, 2014).

Topografia é a ciência, baseada na geometria e na trigonometria plana, que utiliza medidas horizontais e verticais para obter a representação em projeção ortogonal sobre um plano de referência, dos pontos capazes de definir a forma, a dimensão e os acidentes naturais e artificiais de uma porção limitada do terreno (TULLER, 2014).

Etimologicamente a palavra TOPOS, em grego, significa lugar e GRAPHEN descrição, assim, de uma forma bastante simples, Topografia significa descrição do lugar (VEIGA, 2012).

A Topografia se divide em topometria e topologia, conforme podemos observar na figura 2 abaixo.

Figura 2 - Divisão e subdivisões da Topografia

Fonte: COELHO JÚNIOR (2014)

A **topometria** (do grego, topos – lugar – e metron – medida) trata dos métodos e instrumentos para avaliação de grandezas (lineares e/ou angulares) que definem os pontos topográficos, considerando os planos horizontal e vertical. Um ponto topográfico é o ponto do terreno que serve de apoio para execução das medidas lineares e angulares, e que contribui para a representação desse espaço e dos acidentes a serem cadastrados (TULLER, 2014).

Segundo Coelho Junior (2014), segue abaixo as subdivisões da topometria:

a) **Planimetria** é a parte da Topografia que estuda o terreno levando em consideração somente dimensões e coordenadas planimétricas. Nesse caso não se tem ideia do relevo do terreno em questão, estudando-se apenas suas distâncias e ângulos horizontais, localização geográfica e posição (orientação).
b) **Altimetria** é a parte da Topografia que estuda o terreno levando em consideração somente dimensões e coordenadas altimétricas. Nesse caso se tem ideia do relevo do terreno em questão, estudando-se apenas suas distâncias e ângulos verticais.
c) **Planialtimetria** é a parte da Topografia que estuda o terreno levando em consideração as dimensões e coordenadas planimétricas e altimétricas. Nesse caso se tem ideia do relevo do terreno em questão, estudando-se suas distâncias horizontais e verticais, ângulos horizontais e verticais, localização geográfica e posição (orientação).

A **topologia** (do grego, topos – lugar – e logos – tratado) cuida do estudo das formas do relevo. É dirigida para a representação e interpretação de uma planta do relevo do terreno, por meio dos pontos cotados, das curvas de nível ou de modelos em perspectiva. Atualmente, com a obtenção digital da altimetria, aplica-se interpoladores com softwares de MDTs

(Modeladores Digitais de Terreno), possibilitando análises geomorfológicas mais apuradas junto à área de interesse (TULLER, 2014).

O objetivo principal da Topografia é a representação planialtimétrica de uma determinada superfície terrestre, em escala adequada, seguindo as normas locais, regionais ou nacionais. Os principais trabalhos da Topografia são o levantamento topográfico e a locação topográfica (COELHO JÚNIOR, 2014).

Ao considerar que ciência é um conjunto de conhecimentos e princípios objetivos e sistemáticos de um fenômeno qualquer, a Topografia é uma ciência, pois se guia por um conjunto de princípios e métodos científicos, para permitir que as pessoas realizem seu trabalho de forma mais eficiente. Se arte é a capacidade de realização para obter um resultado desejado, aplicando conhecimento e habilidades, Topografia também é arte, pois, em muitos casos, a criatividade e a execução apropriada dos princípios e conhecimentos contribuem para obter as metas desejadas. A Topografia é, ainda, uma técnica, pois é um conjunto de procedimentos e métodos (TULLER, 2014).

Segundo Veiga (2012) para representar a superfície da Terra são efetuadas medidas de grandezas como direções, distâncias e desníveis. Estas observações inevitavelmente estarão afetadas por erros. As fontes de erro poderão ser:

a) Condições ambientais: causados pelas variações das condições ambientais, como vento, temperatura etc. Exemplo: variação do comprimento de uma trena com a variação da temperatura;
b) Instrumentais: causados por problemas como a imperfeição na construção de equipamento ou ajuste do mesmo. A maior parte dos erros instrumentais pode ser reduzida adotando técnicas de verificação/retificação, calibração e classificação, além de técnicas particulares de observação;
c) Pessoais: causados por falhas humanas, como falta de atenção ao executar uma medição, cansaço etc.

A tecnologia evolui em todas as áreas, logo na topografia não é diferente. Nada substitui o modo tradicional de realizar levantamentos topográficos, porém hoje dispomos de aeronaves pilotadas remotamente (drones) onde podemos instalar câmeras de alta resolução que possam captar imagens que se sobrepõe formando um ortomosaico, realizando assim um levantamento planialtimétrico através de fotogrametria ou até mesmo instalar um scaner a laser que realiza o mesmo levantamento através de emissão de feixes de luz. Ambos

buscam diminuir as fontes de erros dos métodos tradicionais e buscam acelerar o processo de medições topográficas.

O *laser scanning* terrestre estacionado em tripés ou plataforma fixa constitui uma ferramenta de trabalho suficientemente precisa para produzir informação geoespacial, possível de ser utilizada em diferentes fases da manutenção de uma infraestrutura, constituindo uma solução robusta quer para projetos de beneficiação como para a monitorização da regularidade superficial da mesma (FONSECA, 2015).

A fotogrametria, é arte, ciência e tecnologia de obter informações de confiança sobre objetos e do meio ambiente com o uso de processo de registro, medições e interpretações das imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética registrados (TEMBA, 2000). Entretanto, o consenso geral define tal termo, grosso modo, como a ciência e tecnologia de se obter informação confiável por meio de imagens adquiridas por sensores (COELHO e BRITO, 2007).

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Gil (2007) apud Gerhardt e Silveira (2009), pesquisa é definida como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

Esta pesquisa trará uma abordagem quantitativa. De acordo com Roesch (1996) apud Teixeira (2003), na pesquisa quantitativa podem-se calcular médias, computar percentagens, examinar os dados para verificar se possuem significância estatística, podem-se calcular correlações, ou tentar várias formas de análise multivariada, como a regressão múltipla ou a análise fatorial. Estas análises permitem "extrair sentido dos dados", ou seja, testar hipóteses, comparar os resultados para vários subgrupos, e assim por diante.

Quanto à natureza, ela se classifica como aplicada. Gerhardt e Silveira (2009) relata que a pesquisa aplicada objetiva gera conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.

Em relação aos objetivos, esta pesquisa se classifica como exploratória e descritiva. Conforme relatado por Gil (2017), as pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Seu planejamento tende a ser bastante flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado. Em virtude dessa flexibilidade, torna-se difícil, na maioria dos casos, "rotular" os estudos exploratórios, mas é possível identificar pesquisas bibliográficas, estudos de caso e mesmo levantamentos de campo que podem ser considerados estudos exploratórios. E o mesmo autor menciona que as pesquisas descritivas têm como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno. São em grande número as pesquisas que podem ser classificadas como descritivas e a maioria das que são realizadas com objetivos profissionais provavelmente se enquadra nesta categoria.

Os procedimentos deste estudo classificam-se como bibliográfico e documental. Segundo Lakatos e Marconi (2003), a pesquisa bibliográfica é um apanhado geral sobre os

principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema.

De acordo com Gil (2017) a pesquisa documental apresenta muitos pontos de semelhança com a pesquisa bibliográfica, posto que nas duas modalidades utilizam-se dados já existentes. A principal diferença está na natureza das fontes. Mas há fontes que ora são consideradas bibliográficas, ora documentais. Por exemplo, relatos de pesquisas, relatórios e boletins e jornais de empresas, atos jurídicos, compilações estatísticas etc. Assim, recomenda-se que seja considerada fonte documental quando o material consultado é interno à organização, e fonte bibliográfica quando for obtido em bibliotecas ou bases de dados.

Quanto a coleta e análise de dados, se dará por pesquisa documental. Gil (2017) relata que para localizar fontes documentais escritas e obter-se o respectivo material, seguem-se praticamente os mesmos passos da pesquisa bibliográfica. Há pesquisas documentais, como as realizadas no campo da ciência econômica, que se valem principalmente de dados quantitativos, disponíveis sob a forma de registros, tabelas, gráficos ou em bancos de dados. Nesses casos, o processo analítico envolve procedimentos estatísticos, como medidas de tendência central e de dispersão, correlação, regressão e testes de hipóteses, assemelhando-se aos levantamentos. A principal diferença é que na pesquisa documental os dados já estão disponíveis e nos levantamentos são obtidos diretamente das pessoas mediante interrogação.

3.2. MÉTODO DE COLETA DE DADOS

Esta pesquisa utiliza uma abordagem quantitativa, logo pode-se dizer que é uma pesquisa baseada em números, que serão classificados e analisados. Richardson (1989) *apud* Dalfovo, Lana e Silveira (2008), relata que este método caracteriza-se pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento dessas através de técnicas estatísticas, desde as mais simples até as mais complexas.

Richardson (1989) *apud* Dalfovo, Lana e Silveira (2008), também informa que no planejamento deste tipo de estudo, o primeiro passo ser dado é no sentido de identificar as variáveis específicas que possam ser importantes, para assim poder explicar as complexas características de um problema.

Desde modo, a pesquisa documental, utilizada como base da coleta de dados, seguiu o seguinte roteiro:

a) Identificação das variáveis do processo no controle de estoque;
b) Compreensão das etapas de cada variável no processo de controle de estoque;
c) Levantamento de dados sobre topografia tradicional;
d) Levantamento de dados sobre topografia de fotogrametria;
e) Levantamento de dados sobre topografia de laser scanner 3D;
f) Levantamento de dados sobre inventário para fins de comparação.

Realizou-se, primeiramente uma análise interna do fluxo existente para identificar as variáveis do processo de controle de estoque e, com isso, pode-se descrever cada uma das etapas, uma vez que essa pesquisa, quanto aos objetivos, se classifica como exploratória e descritiva.

Desta forma foram identificadas e descritas as seguintes variáveis:

a) Planejamento e controle da produção;
b) Cadeia de suprimentos;
c) Controle de estoques;
d) Inventário;
e) Topografia;

Para as variáveis acima, exceto para o item "Topografia", descreveu-se o processo como é, ou seja, foi apresentado o passo-a-passo de cada etapa das variáveis de processo como verdadeiramente é feito. Não há artigos internos sobre esses temas, mas sim alguns documentos e procedimentos operacionais, que também foram consultados para melhor descrição das atividades.

A variável que mais impacta no controle de estoque é a Topografia, a qual os dados foram coletados de relatórios existentes. Procurou-se pesquisar os dados de topografia para diferentes tipos de tecnologia em um mesmo período, para uma análise comparativa mais assertiva.

Primeiramente coletaram-se os dados de topografia tradicional e de fotogrametria para serem analisados e comparados quanto aos dados de volumes calculados por ambas as tecnologias mencionadas. Os dados, extraídos dos relatórios, foram compilados em uma tabela para mostrar as diferenças, em porcentagem, das leituras de cada pilha de matéria-prima. Para isso foi-se examinado apenas os dados de mesma matéria-prima e mesmo período, garantindo assim que os dados estivessem no mesmo nível de comparação.

Para a pesquisa e análise dos dados de topografia a laser utilizou-se da mesma estratégia da análise anterior. Pesquisaram-se relatórios de topografia a laser scanner e de topografia de fotogrametria de mesmo período e de mesmo material. Os dados também foram compilados em uma tabela com as informações das diferenças percentuais para análise quantitativa.

Por último, realizou-se a pesquisa e análise dos dados de inventário da empresa, onde as informações de controle de estoque foram extraídas do relatório de inventário e compiladas em tabela para melhor representação numérica dos dados obtidos. Para esta última coleta e análise, o importante era representar as diferenças entre os estoques físicos e contábeis e como a empresa realiza os ajustes para melhor controle de estoque, então se descreveu, também, o processo existente para correções das divergências, conforme pesquisa exploratória a partir de formulários padrões aplicados pela empresa.

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES VINCULADAS AOS ESTOQUES DA EMPRESA

4.1.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Para um melhor desenvolvimento da empresa, é necessário um planejamento e controle da produção, onde se determinam os tipos e as quantidades dos produtos que serão fabricados, tendo como base o orçamento anual da empresa.

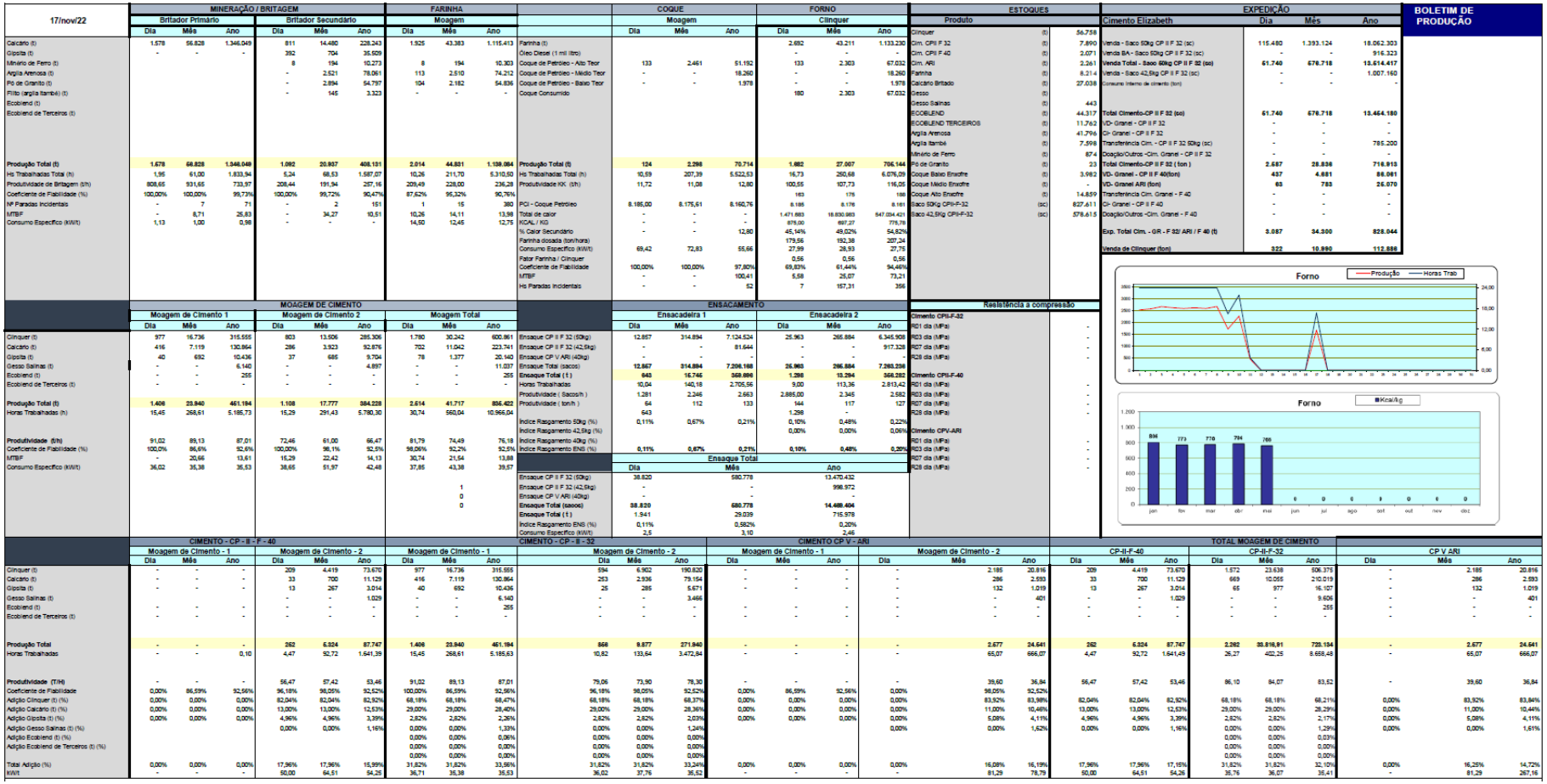
No orçamento, tem-se a programação anual de volume de produção, consumo e expedição dos produtos, baseado na capacidade máxima do sistema produtivo e dos recursos financeiros disponíveis. Deste modo, de acordo com o volume planejado, é emitido mensalmente as ordens de processo de cada produto.

Tendo como objetivo, planejar, coordenar, controlar e gerir os estoques, é acompanhado diariamente os dados de entrada de matérias primas, qualidade dos produtos, volumes de produção, consumos e expedições, desta forma é feito uma coleta e consolidação dos dados, gerando assim um boletim diário de produção que é enviado para todos os envolvidos, de forma mais otimizada, buscando a melhoria contínua e oferecendo maior segurança nos processos e consequentemente ao consumidor final.

A fábrica, objeto desta pesquisa, utiliza o Boletim Diário de Produção (Figura 3), que é uma planilha eletrônica, onde encontram-se todas as informações necessárias para a realização do trabalho do PCP.

Diariamente é realizada uma cópia deste arquivo base para consolidação dos dados enviados por cada setor produtivo da planta referente ao dia anterior. Parte destes dados é coletado através do sistema automatizado da empresa, chamado *SkySystem*. Outros dados recebem-se por e-mail e consolida-se no Boletim. Logo após, através de uma transação customizada no SAP, são inseridos os dados no Sistema ERP da empresa, importando via Excel.

Figura 3 - Boletim diário de produção



Fonte: Dados da empresa (2022)

Deste modo, é gerado um relatório diário de produção (onde tem-se informações desde estoques até desempenho operacional de cada setor) e é enviado para todas as lideranças e demais envolvidos, servindo como base de orientação para tomada de decisões estratégicas.

4.1.2. CADEIA DE SUPRIMENTOS

De acordo com as decisões estratégicas tomadas a partir do relatório diário de produção a equipe se reúne para definir a projeção de produção mensal, essencial para realização da previsão do volume de matérias primas necessárias para garantia do processo produtivo contínuo, conforme orçamento anual da planta.

Tabela 1 - Planejamento de consumo mensal de matérias primas

Material	**Unid.**	**Estoque Atual**	**Estoque Segurança Proposto**	**Previsão Consumo mensal**	**Necessidade Recebimento Diário**	**Capacidade Recebimento Diário**	**Cap. Armaz.**
Gesso Natural	Ton	8.260	7.000	**4.000**	**267**	300	10.000
Gesso Salinas	Ton	728	5.000	**2.000**	**133**	200	10.000
Minério de Ferro	Ton	1.339	4.800	**1.600**	**107**	200	10.000
Pó de Granito	Ton	2.963	12.000	**6.000**	**353**	500	15.000

Fonte: Dados da empresa (2022).

A partir das definições estratégicas e com base no orçamento anual, é preparado um relatório com uma tabela informativa, conforme Tabela 1, sobre a previsão de consumo mensal das matérias primas, o estoque atual e o estoque de segurança proposto. Com essas informações em mãos o setor de suprimentos pode iniciar o processo de aquisição desses materiais.

Porém, antes de iniciar o processo de compras, é emitido dentro do sistema ERP, uma Requisição de Compras, que é recebida pelo setor de suprimentos, junto com a tabela de previsão de consumo. Na Requisição de compras é informado o tipo de material a ser adquirido, as características físico-químicas, assim como a quantidade necessária de acordo

com a programação de consumo (semanal, mensal, trimestral). Para auxílio no processo de pesquisa de fornecedores, pode-se indicar nesta mesma requisição um *vendor list* com o histórico dos últimos fornecedores das matérias primas solicitadas.

Então o processo de compras segue diretamente com o setor de suprimentos e o PCP só volta a atuar novamente quando a empresa ganhadora da fase de negociação recebe o Pedido de Compras.

Logo após a confirmação do fornecedor ganhador do processo, é preciso entrar em contato com o mesmo para orientar sobre o planejamento de recebimento dos materiais, conforme tabela de previsão de consumo, para se garantir o estoque preciso em cada etapa do processo produtivo. Também, é informado ao fornecedor a capacidade diária de recebimento para cada matéria prima, assim consegue-se deixar tudo alinhado e planejado para evitar transtornos de falta de material no processo produtivo ou de espera do fornecedor por falta de capacidade de recebimento nos galpões de estocagem.

Assim que o material programado chega na planta para ser armazenado, passa pelo processo de recebimento através do setor de logística, o qual faz parte da cadeia de suprimentos. Este setor é responsável por conferir, via balança rodoviária instalada na entrada da fábrica, se a quantidade de material está conforme a Nota Fiscal e de acordo com o Pedido de Compras no sistema. As entregas costumam ser parciais dependendo do tipo de transporte de cada matéria-prima, podendo ocorrer as baixas parciais dentro do sistema ERP até fechar todo o saldo do Pedido de Compras.

Após serem realizadas todas as conferências, a logística libera a entrada do material para ser descarregado e armazenado nos galpões existentes, de acordo com o setor produtivo ao qual faz parte. É inserido no sistema todas essas informações de volumes de entrada de material e é emitido um relatório com os *tickets* de pesagem e enviado no dia seguinte para todos envolvidos no processo.

Esta equipe também é responsável por enviar a Nota Fiscal, após todas as conferências, ao setor de regularização, que está dentro da mesma cadeia de suprimentos, porém alocados no almoxarifado da planta.

4.1.3. CONTROLE DE ESTOQUES

Toda matéria prima recebida na planta é armazenada, em galpões, no seu respectivo local estratégico de acordo com o setor produtivo a que faz parte. É de responsabilidade do setor de recebimento de matéria prima o descarregamento, a organização das pilhas de materiais e as melhorias no layout para otimização do espaço para armazenamento e para otimização do manuseio deste material no processo de consumo.

A informação dos volumes recebidos, durante esse processo, é feita diretamente no sistema ERP, portanto é considerado, para fins de uso e consumo, o volume contábil.

À medida que cada matéria-prima é consumida em seu processo produtivo, o setor de recebimentos realiza toda a movimentação necessária para garantir sempre a melhor posição deste material na extração e para possibilitar liberação de área para novos recebimentos. São utilizados equipamentos como pá carregadeiras e caminhões basculantes para realizar toda a movimentação do material, seja para descarregamento ou para melhorias de layout, demonstrado na figura 4 abaixo.

Figura 4 - Manuseio de matéria prima com máquina pá carregadeira e caminhões

Fonte: Dados da empresa (2022)

Diariamente, através do boletim de produção, confere-se o consumo e o ressuprimento de cada matéria-prima, para que não falte material no processo produtivo, que no caso desta planta é contínuo.

Sabe-se que pode haver, por alguma eventualidade no processo produtivo, erros de medição no consumo das matérias primas, gerando um falso estoque contábil. Pode ocorrer fenômenos naturais (como chuvas, ventos fortes) gerando perdas de volume existente, tornando os dados contábeis não confiáveis.

Para manter o controle de estoque confiável, a fábrica utilizava técnicas de topografia tradicionais, através de teodolito e estação total, para realizar essas conferências de estoque. Com o auxílio da equipe de recebimento e movimentação de materiais, este levantamento topográfico era realizado e logo após informado ao setor de planejamento para conferência.

4.1.4. INVENTÁRIO

Para ser realizado o inventário físico, é disponibilizado no início de cada ano pela Gerência Geral de Controladoria com base no planejamento acordado com as áreas responsáveis, um cronograma anual de medições. Deste modo, é necessário criar um planejamento onde serão alinhados o cronograma mensal e as devidas ações que deverão ocorrer antes, durante e após inventário pelas áreas responsáveis. O cronograma deverá conter além do local do inventário, os tipos de materiais e produtos a serem inventariados, a data prevista do inventário, os horários de medições de cada tipo de material e a área responsável.

A empresa, objeto desta pesquisa, possui sua política de inventário e através dela é criado o planejamento dessa atividade.

Elabora-se o cronograma de forma a contemplar todos os estoques físicos de matérias-primas e produtos acabados da empresa, por cada tipo de depósito. Todas as áreas responsáveis deverão cumprir o cronograma anual de inventário pré-estabelecido, portanto utilizam-se ferramentas como reuniões periódicas de alinhamento antecipadamente à realização efetiva dos levantamentos topográficos.

Nas reuniões de alinhamento, apresenta-se o cronograma que possui as diretrizes para realização das atividades de pré-inventário. É necessário garantir o cumprimento dessas atividades, pois o não cumprimento pode ser impeditivo na realização dos levantamentos necessários.

As atividades essenciais de pré-inventário são:

a) Limpeza e organização das pilhas de matérias primas;
b) Identificação das pilhas de matérias primas;
c) Realização de análise da densidade das matérias primas e produtos acabados;
d) Abastecimento dos silos de alimentação das moagens, antes da hora corte;
e) Paralisação da movimentação dos materiais a serem inventariados;

f) Paralisação da entrada de matérias primas no horário de corte do inventário;
g) Regularização das Notas Fiscais no sistema ERP antes da hora corte do inventário;

A medição das matérias-primas armazenadas em galpões é realizada por empresa terceirizada, a proposta técnica da empresa contratada deverá seguir os princípios gerais da política da empresa, bem como atender os requisitos definidos no cronograma estabelecidos.

A equipe de automação da planta nos envia o relatório de produção de acordo com o horário pré-estabelecido e é lançado no sistema a produção do dia na hora corte. Logo após, é retirado *print screen* das evidências dos volumes de estoque inicial, nas telas do sistema supervisório da planta, assim como a tela do sistema ERP. Na coleta dessas evidências é necessário que apareça a data e hora, para efeito de comprovação, e então é arquivado para geração de relatório final.

É designada uma equipe de apoio para acompanhamento dos levantamentos topográficos e esta equipe também deve manter a comunicação com a área responsável, informando como está o andamento do processo. Com isso, pode-se garantir o cumprimento do cronograma para que não afete a produção contínua da fábrica.

Após a realização do inventário, a empresa terceirizada tem o prazo de até 10 dias para enviar os resultados dos levantamentos topográficos. Com este relatório em mãos, é elaborado o relatório interno contemplando os dados físicos e contábeis, juntamente com todas as observações e comentários relevantes.

Também se realiza uma reunião final para apresentação e entrega do inventário, com a participação de todas as lideranças e demais envolvido no processo.

4.1.5. TOPOGRAFIA

A equipe interna de topografia executava o levantamento topográfico através de métodos tradicionais, gerando boa confiabilidade, porém demandando um tempo de trabalho muito maior, precisando envolver ajudantes para auxílio nas medições. Para alguns pontos de medição eram encontrados problemas e dificuldades de acesso, gerando pontos sem leitura ou até mesmo expondo os colaboradores há algum tipo de risco de acidente.

Pensando na segurança deste processo, além de procurar a melhoria contínua na confiabilidade dos levantamentos topográficos, foi adotado a medição com tecnologias mais avançadas, como Laser Scanner, ver figura 5, e Fotogrametria. A utilização destas técnicas

de medição, na unidade fabril, mostrou maior rapidez nos levantamentos e consegue-se acessar pontos de leitura que antes eram inacessíveis, gerando uma maior confiabilidade nos dados coletados.

Figura 5 - Topografia de Laser Scanner dentro de silo de difícil acesso

Fonte: O Autor (2022)

Para iniciar o processo de levantamento topográfico é necessário a definição de um marco de partida, o qual servirá de base para amarração das coordenadas georreferenciadas de cada cena do escaneamento e para a geolocalização do voo do drone na captação das imagens para a fotogrametria. Para isso se faz o uso de GPS, equipamento necessário para executar essa amarração junto aos equipamentos mencionados.

Através de um equipamento a laser instalado em um carro adaptado, faz-se a leitura das pilhas passando em volta delas com o veículo, buscando pontos de visadas estratégicos para melhor obtenção de informações. Para alguns pontos de medição, onde o veículo não consegue acessar, utiliza-se a tecnologia de fotogrametria através de imagens captadas por drone. Tanto para as leituras realizadas pelo Laser Scanner ou pelas imagens áreas captadas

pelo drone, é utilizado o GPS para garantir o georreferenciamento do levantamento topográfico.

Para que seja calculado o volume de material, independentemente se é pelo método tradicional ou pelo método mais avançado de topografia, é necessário o uso de *softwares* para modelagem 3D. No caso em questão, a empresa responsável pelo levantamento realiza primeiramente o descarregamento dos dados processados através de *software* específico para esta finalidade. Após este descarregamento, a mesma utiliza outro *software* para geração das nuvens densas de pontos e realização da limpeza de cada nuvem de pontos bruta, removendo as impurezas como vegetação, maquinários, veículos, chuva, poeira, estruturas, obtendo assim uma nuvem de pontos geral. Então esses pontos são triangulados possibilitando a geração do modelo tridimensional para cálculo volumétrico dos materiais.

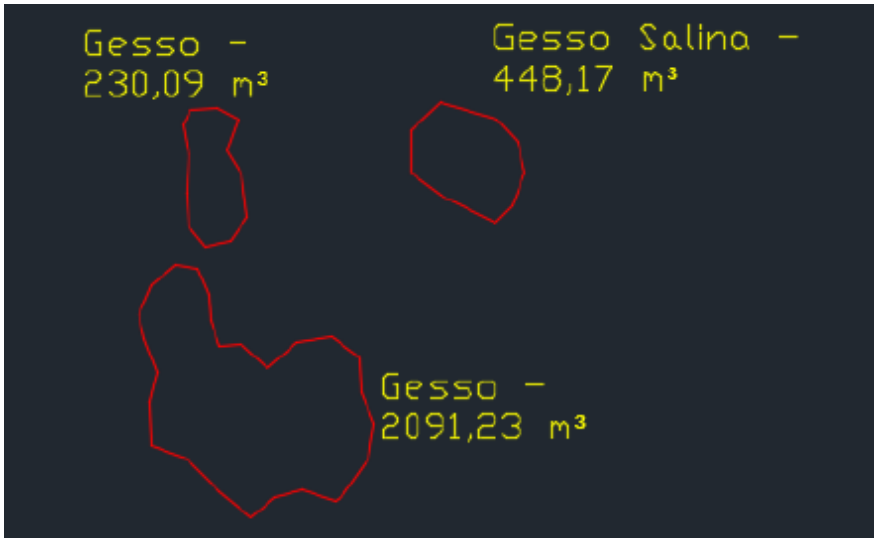
A empresa responsável por este levantamento topográfico prepara um relatório e é enviado para que se possa fazer as conferências necessárias com o sistema. Este relatório contém tabela discriminando os volumes obtidos, os mapas tridimensionais e posicionamento para cada uma das pilhas de materiais.

Para complementação dos dados, na comprovação da melhoria na precisão das medições, internamente realiza-se medição de algumas pilhas de matéria prima através de estação total, através de fotogrametria e do laser scanner. Estes comparativos serão apresentados nos resultados como parte integrante dos ganhos na utilização de novas tecnologias neste tipo de levantamento topográfico.

4.2. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TOPOGRAFIA DE ESTAÇÃO TOTAL E FOTOGRAMETRIA

Primeiramente, é apresentado um comparativo entre o método tradicional de levantamento topográfico (via estação total) e o método de fotogrametria (via captação de imagens com drone).

Figura 6 - Levantamento topográfico com estação total



Fonte: Dados da empresa (2022).

Figura 7 - Levantamento topográfico com fotogrametria

Fonte: Dados da empresa (2022).

Tabela 2 - Comparativo entre estação total e fotogrametria

Descrição	Levantamento Tradicional (m^3)	Levantamento Fotogrametria (m^3)	Diferença (%)
Gesso	230,09	246,62	7,18
Gesso	2091,23	2082,60	-0,41
Gesso salinas	448,17	504,35	12,54

Fonte: Dados da empresa (2022).

Na figura 6, pode-se observar a imagem gerada pelo computador referente ao levantamento utilizando o método convencional com estação total. Este tipo de levantamento tem boa precisão para muitas aplicações, mas quando se trata de cálculos volumétricos em pilhas de materiais, o mesmo pode apresentar grandes diferenças. Um dos fatores primordiais é a própria geometria da pilha que pode estar muito irregular e por isso o topógrafo não consegue coletar todos os pontos necessários (caso ele conseguisse poderia durar dias de trabalho de acordo com o tamanho e formato da pilha).

Na figura 7, pode-se observar a imagem gerada pelo computador referente ao levantamento utilizando o método de fotogrametria, com o auxílio de drone. Este tipo de levantamento tem ótima precisão para este tipo de aplicação, pois consegue captar as imagens e gerar uma nuvem de pontos contemplando qualquer irregularidade nas pilhas de matérias primas, em poucos minutos de coleta, gerando assim maior precisão dos dados.

Logo, na tabela 2 observa-se o comparativo dos levantamentos demonstrados nas figuras 6 e 7, onde podemos observar essas diferenças. Para uma das pilhas de matérias a diferença é irrelevante (0,41%) pois a pilha estava formada e uma maneira que ambos os métodos conseguiram uma ótima precisão na coleta dos dados para cálculo do volume. Porém, para os outros dois materiais, tem-se uma diferença considerável, comprovando que é necessário o uso de melhores tecnologias para este tipo de levantamento.

Essas diferenças, quando não descobertas, mostram um falso estoque ou um falso consumo no sistema produtivo da empresa, podendo gerar divergências que dificultam o controle de estoque e isto pode ocasionar perdas de produção por falta de estoque ou custo excessivo com estoque demasiado.

Figura 8 - Levantamento topográfico com estação total

Fonte: Dados da empresa (2022).

Figura 9 - Levantamento topográfico com fotogrametria

Fonte: Dados da empresa (2022)

Tabela 3 - Comparativo topográfico entre estação total e fotogrametria

Descrição	**Levantamento Tradicional (m³)**	**Levantamento Fotogrametria (m³)**	**Diferença (%)**
Pó de pedra	698,90	876,99	25,48
Argila Arenosa	1824,28	2137,40	17,16

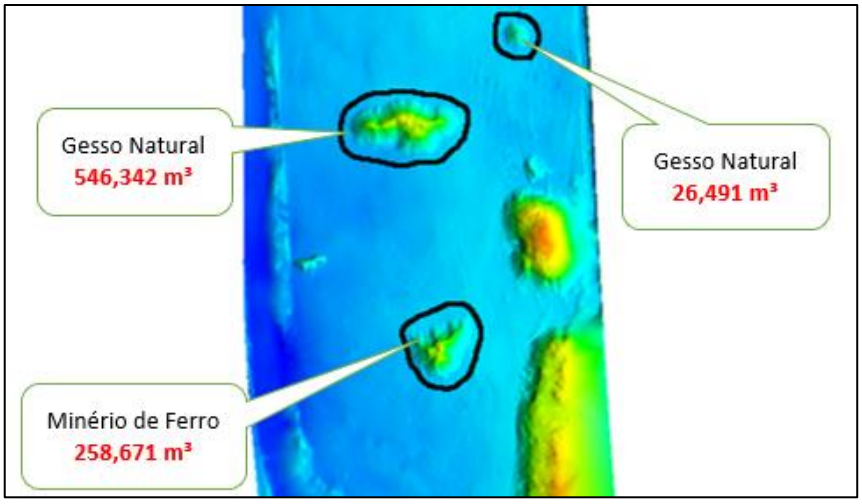
Fonte: Dados da empresa (2022)

Da mesma forma como apresentado anteriormente, pode-se observar as diferenças entre os métodos. Logo, fica evidenciado que o uso da fotogrametria como de ótima precisão no levantamento de dados topográficos para pilhas de matérias primas.

4.3. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TOPOGRAFIA DE FOTOGRAMETRIA E LASER SCANNER

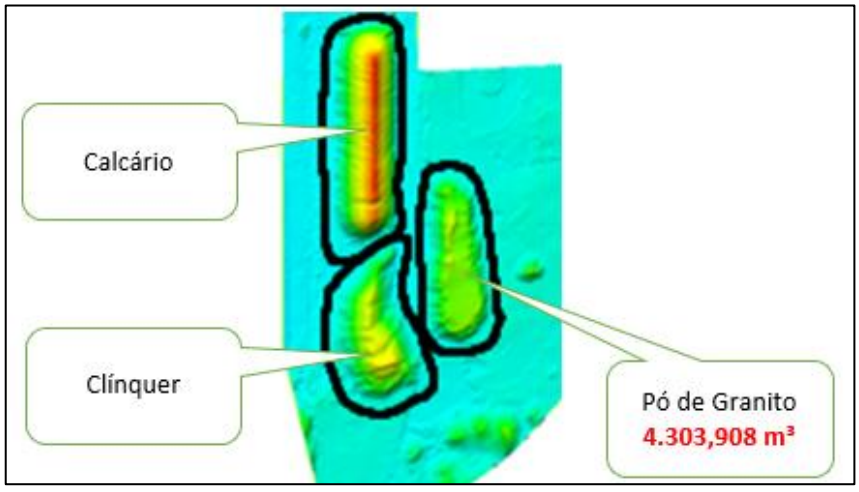
Apresenta-se agora o comparativo de levantamento topográfico entre o método com Laser Scanner e o método com Fotogrametria.

Figura 10 - Levantamento topográfico com laser scanner



Fonte: Dados da empresa (2022).

Figura 11 - Levantamento topográfico com laser scanner



Fonte: Dados da empresa (2022).

Figura 12 - Levantamento topográfico com fotogrametria

Fonte: Dados da empresa (2022).

Tabela 4 - Comparativo entre topografia a laser scanner e fotogrametria

Descrição	**Levantamento Laser Scanner (m³)**	**Levantamento Fotogrametria (m³)**	**Diferença (%)**
Gesso Natural	26,491	26,93	1,63
Gesso Natural	546,342	580,02	5,81
Minério de Ferro	258,671	276,32	6,39
Pó de Granito	4.303,908	4.493,40	4,22

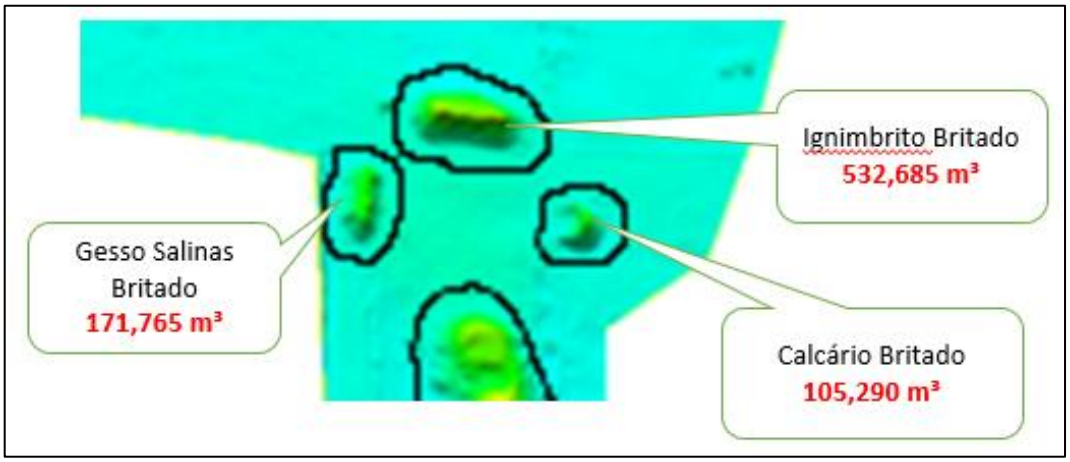
Fonte: Dados da empresa (2022).

Nas figuras 10 e 11 observam-se as representações das imagens geradas pelo computador referente ao levantamento topográfico utilizando o método de Laser Scanner. Este tipo de levantamento tem ótima precisão na coleta de dados, pois o equipamento consegue visualizar todas as irregularidades existentes e com isso gera o modelo tridimensional capaz de fornecer os cálculos volumétricos em pilhas de com alta confiabilidade, com poucos minutos de coleta em campo.

Na figura 12, tem-se a representação da imagem gerada pelo computador referente ao levantamento topográfico utilizando o método de fotogrametria, com o auxílio de drone. Assim como o levantamento a laser, este tipo de levantamento tem ótima precisão para este tipo de aplicação, pois consegue captar as imagens e gerar uma nuvem de pontos contemplando qualquer irregularidade nas pilhas de matérias primas, em poucos minutos de coleta, gerando assim alta confiabilidade nos dados.

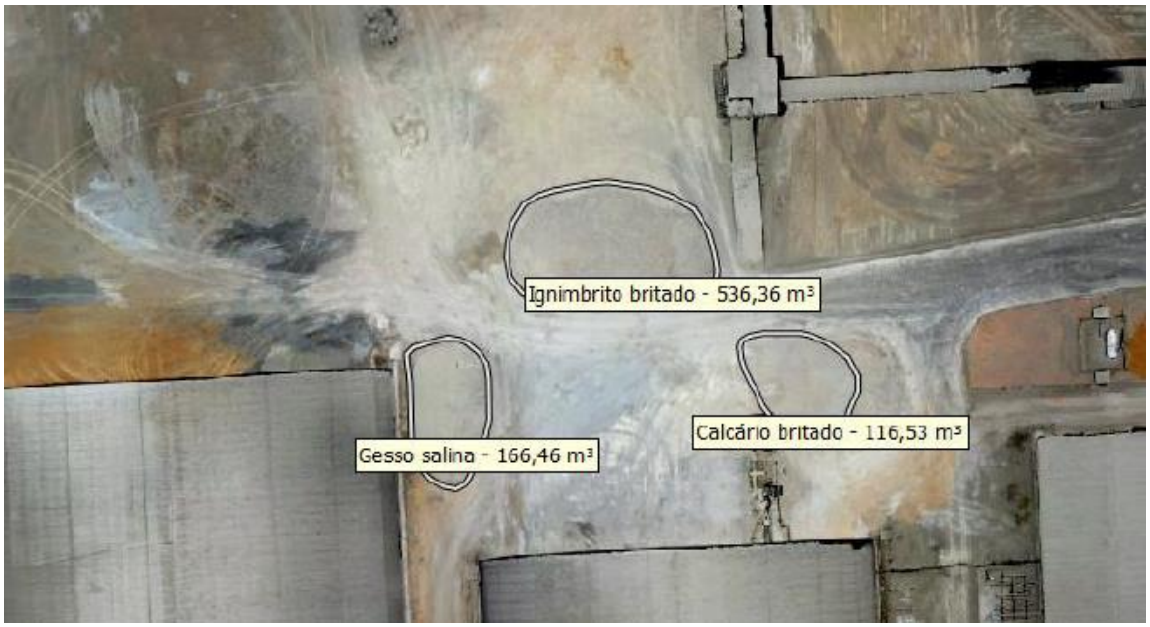
Na tabela 4, tem-se o comparativo de ambos os levantamentos citados acima, onde pode-se observar algumas diferenças. Para este caso essas diferenças não foram maiores que 7% e possivelmente pode ter sido gerada por marcações diferentes de limites de medição. Diferentemente das diferenças encontradas quando é comparado com o método tradicional é que o fator do erro humano, na coleta dos dados, é quase que impossível de se corrigir. As diferenças apontadas para esses levantamentos podem ser revistas no computador inserindo os mesmos limites em ambos os modelos tridimensionais, ou seja, as diferenças não são oriundas dos levantamentos topográficos e sim das marcações dos limites para os cálculos dos volumes. E, mesmo assim, são pequenas diferenças o que nos comprova que ambos os métodos são de alta precisão e confiabilidade.

Figura 13 - Levantamento topográfico com laser scanner



Fonte: Dados da empresa (2022).

Figura 14 - Levantamento topográfico com fotogrametria



Fonte: Dados da empresa (2022).

Tabela 5 - Comparativo entre topografia a laser scanner e fotogrametria

Descrição	**Levantamento Laser Scanner (m³)**	**Levantamento Fotogrametria (m³)**	**Diferença (%)**
Gesso Salinas	171,765	166,46	3,09
Ignimbrito Britado	532,685	536,36	0,69
Calcário Britado	105,290	116,53	9,65

Fonte: Dados da empresa (2022).

Do mesmo modo que foi apresentado anteriormente, pode-se observar que existem diferenças entre os métodos, porém abaixo de 3,1% neste caso acima (exceto pelo calcário britado). A diferença existente de 9,65% é da divergência na demarcação dos limites de cálculo do *software*, logo não caracteriza baixa confiabilidade no levantamento topográfico.

Portanto, comprova-se que o uso do Laser Scanner é de ótima precisão na coleta de dados em campo, assim como o uso da fotogrametria, no levantamento de dados topográficos para pilhas de matérias primas. Assim, valida-se que o uso da tecnologia com Laser Scanner como sendo o método de levantamento topográfico base para os cálculos do Inventário e utiliza-se, caso necessário, a Fotogrametria para averiguação e contraprova.

4.4. ANÁLISE DAS DIFERENÇAS FÍSICAS E CONTÁBEIS ATRAVÉS DE INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO DA MELHORIA NO CONTROLE DE ESTOQUE

Após consolidação dos dados do inventário, e emissão do relatório comparativo do estoque físico e contábil, observam-se as divergências encontradas e buscam-se soluções práticas para rápida correção. Além dos resultados do levantamento para validar o inventário como ferramenta essencial de apoio ao planejamento estratégico dos estoques, pode-se observar um melhor resultado na confiabilidade dos dados obtidos, devido à utilização das novas tecnologias de medição.

No sistema ERP é utilizado a unidade em toneladas (t), portanto é necessário a conversão do volume de cada matéria-prima em tonelada a partir das densidades apresentadas na figura 15 abaixo, a qual é fornecida pelo setor de laboratório da empresa e validada por laboratório externo, para garantia dos cálculos.

Figura 15 - Histórico de densidades analisadas

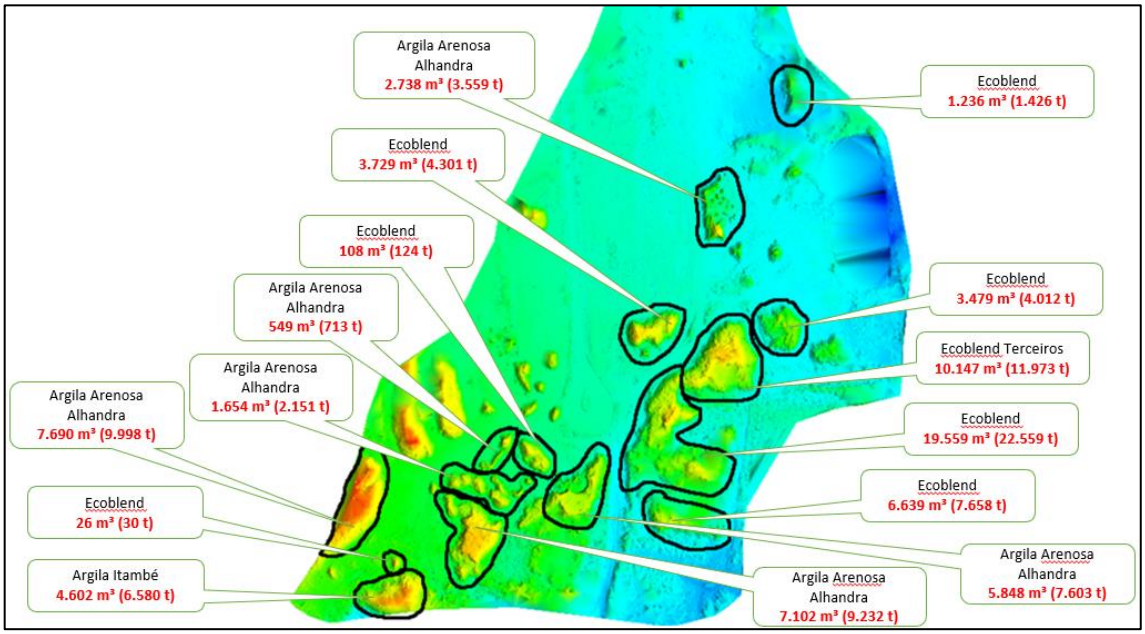
Produtos	Localização dos produtos	2020	2021	fev-22	abr-22	jun-22	ago-22	out-22
Coque BE	Galpão de coque	-	0,83	0,90	0,90	0,90	0,90	0,87
Coque AE	Galpão de coque	0,90	0,90	0,99	0,99	0,99	0,90	0,91
Mistura de combustível sólido	Galpão de coque	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,91
Farinha	Silo de Farinha	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,08	1,06
Minério de Ferro	Galpão de Aditivo	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,08
	Área externa	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,08
Pó de Pedra	Área externa	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,42	1,48
Pó de Pedra Britado	Galpão de Aditivo	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,42	1,39
Argila Arenosa Alhandra	Galpão de coque	1,45	1,26	1,26	1,26	1,26	1,30	1,30
	Área externa	1,45	1,26	1,26	1,26	1,26	1,30	1,30
Argila Arenosa Britada	Galpão de Aditivo	1,45	1,26	1,26	1,26	1,26	1,30	1,30
Argila Itambé	Área externa	1,43	1,43	1,71	1,71	1,71	1,43	1,43
Ignimbrito Britado	Área externa	-	-	1,30	1,30	1,30	1,27	1,23
	Galpão de Aditivo	-	-	1,30	1,30	1,30	1,27	1,23
Cálcario Rebritado	Galpão de Aditivo	1,75	1,50	1,50	1,50	1,50	1,31	1,37
Ecoblend	Área externa	1,48	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,15
Ecoblend Terceiros	Área externa	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,18
Gesso Britado	Galpão de Aditivo	1,60	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,52
Gesso Natural	Área externa	1,60	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,32
Gesso Salinas	Área externa	-	1,20	1,60	1,60	1,60	1,52	1,51
Calcário Desmontado com Explosivo	Mina	1,75	1,50	1,50	1,50	1,50	1,53	1,47
Calcário Britado	Galpão de Calcário	1,75	1,50	1,50	1,50	1,50	1,53	1,47
	Área externa	1,75	1,50	1,50	1,50	1,50	1,53	1,47
Clínquer	Galpão de aditivo	-	-	1,50	-	-	1,50	1,38
	Galpão de Calcário	-	-	1,50	1,50	-	1,50	1,38
	Galpão de Coque	-	-	-	-	-	1,50	1,38
	Silo - Lado 1	1,50	1,37	1,50	1,50	1,50	1,50	1,38
	Silo - Lado 2	1,50	1,37	1,50	1,50	1,50	1,50	1,38

Fonte: Dados da empresa (2022).

Uma vez comprovado que o uso das novas tecnologias de medição traz maior precisão nos levantamentos topográficos e que esses levantamentos são essenciais para realização do inventário, podemos realizar um melhor controle de estoque na fábrica.

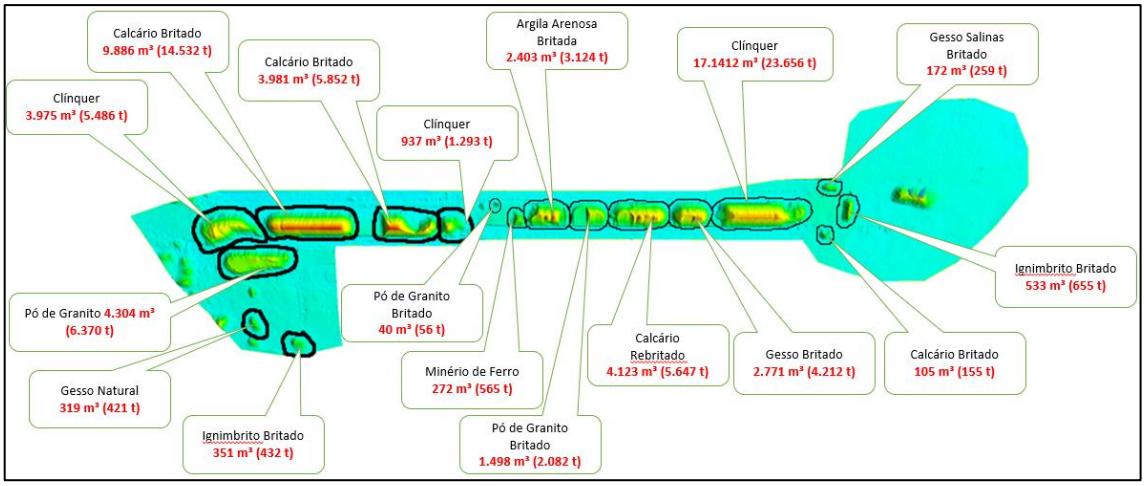
Os resultados que serão apresentados agora foram realizados através do levantamento topográfico com Laser Scanner, o qual foi base para elaboração do relatório final de nosso inventário.

Figura 16 - Levantamento topográfico com laser scanner



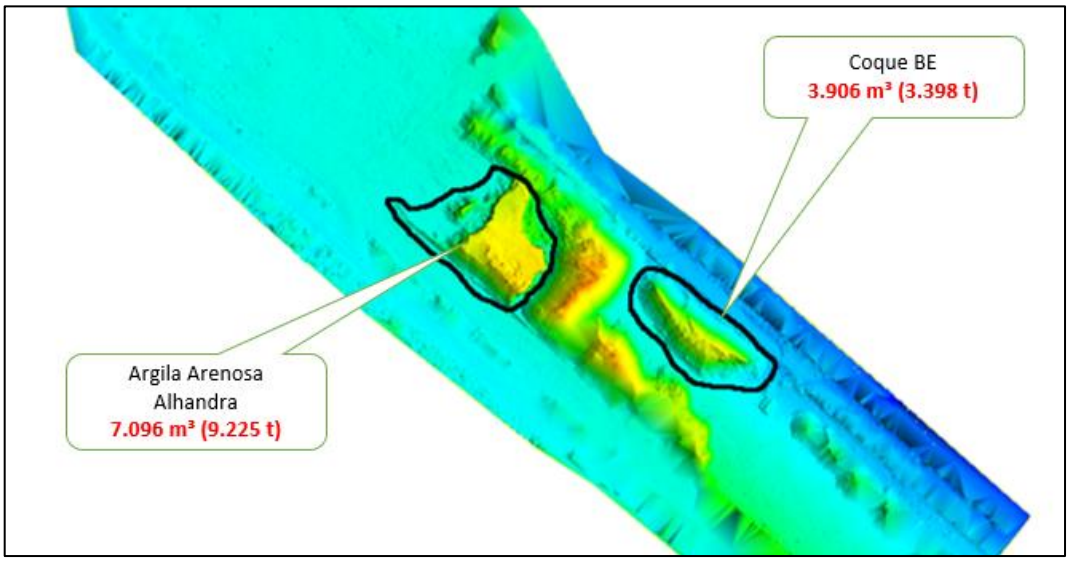
Fonte: Dados da empresa (2022)

Figura 17 - Levantamento topográfico com laser scanner



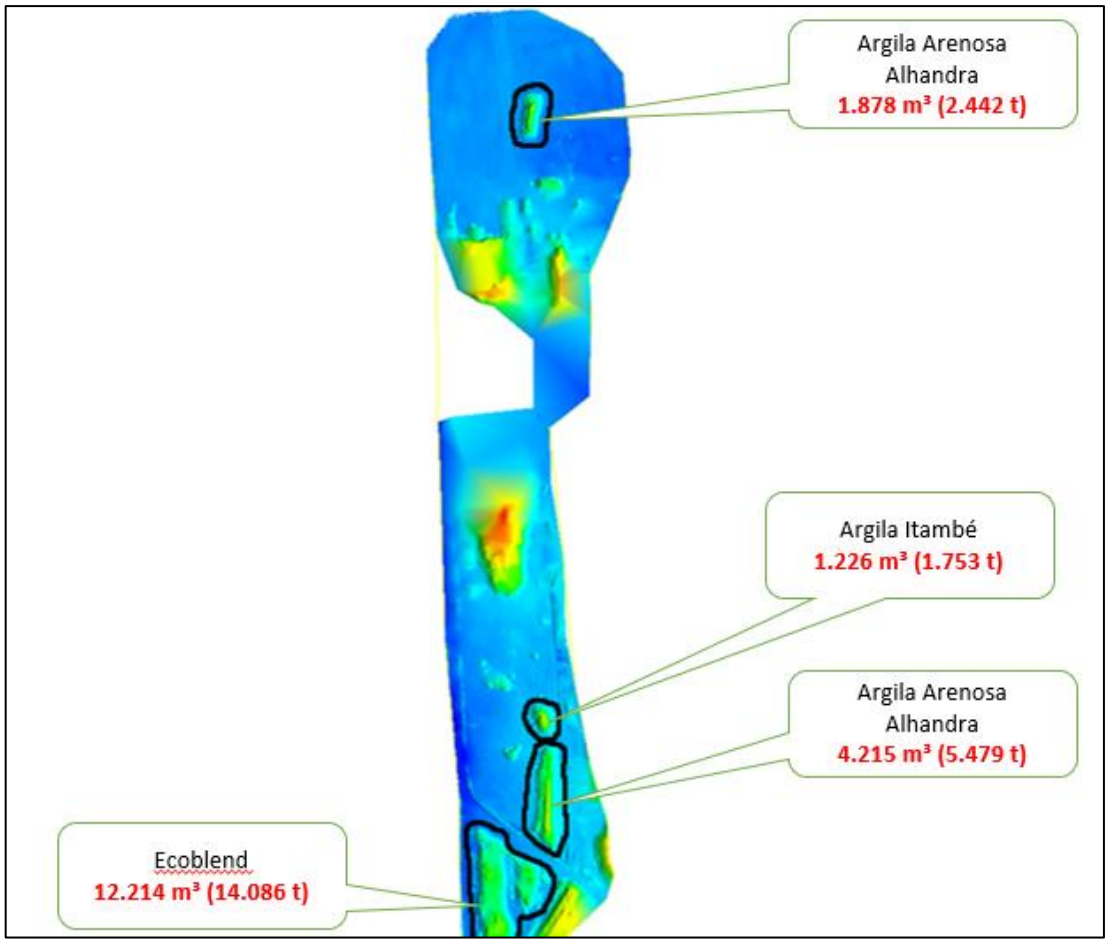
Fonte: Dados da empresa (2022)

Figura 18 - Levantamento topográfico com laser scanner



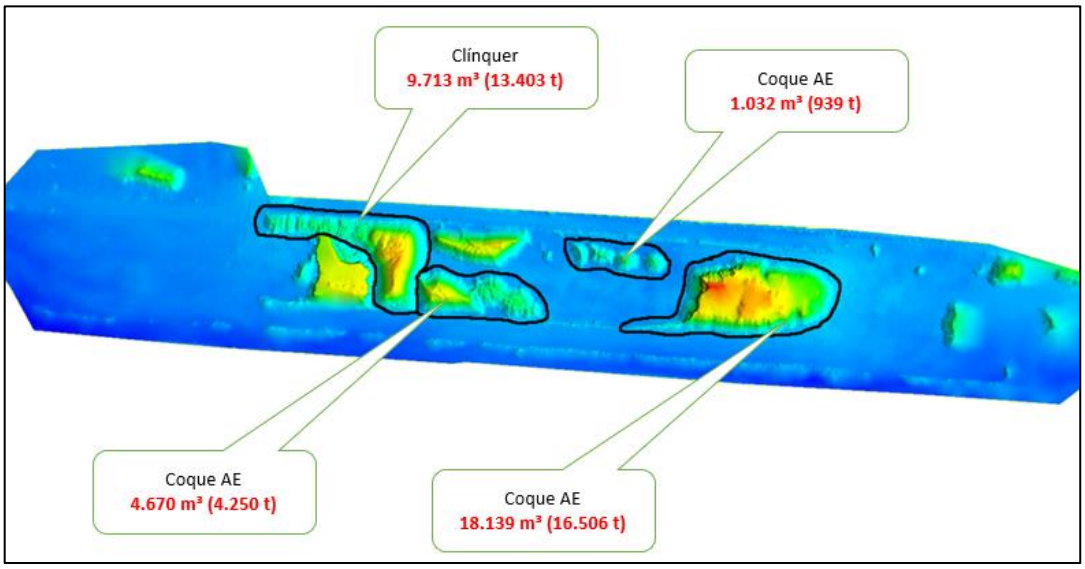
Fonte: Dados da empresa (2022)

Figura 19 - Levantamento topográfico com laser scanner



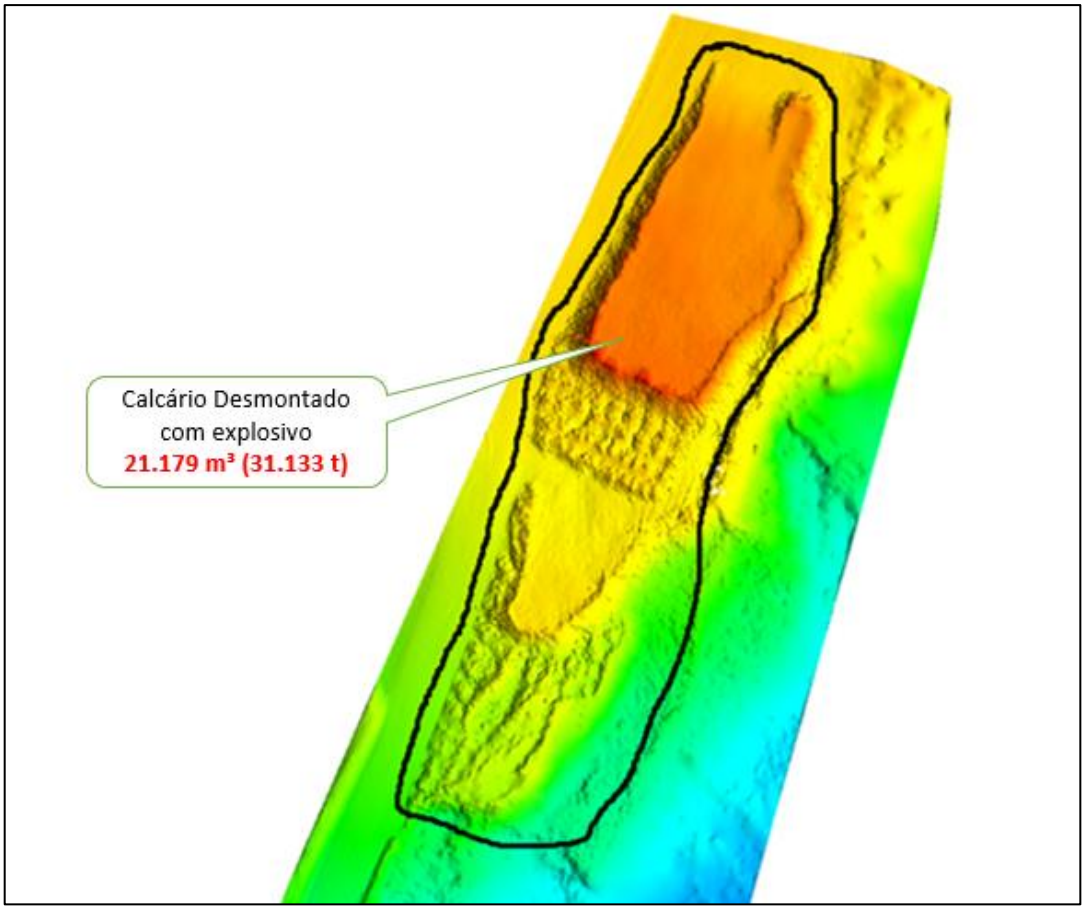
Fonte: Dados da empresa (2022)

Figura 20 - Levantamento topográfico com laser scanner



Fonte: Dados da empresa (2022)

Figura 21 - Levantamento topográfico com laser scanner



Fonte: Dados da empresa (2022)

As figuras 16 a 21 representam as imagens dos modelos tridimensionais referentes ao levantamento topográfico realizado pelo método Laser Scanner e cada pilha já se encontra identificada com sua respectiva matéria-prima.

Tabela 6 - Comparativo entre os estoques físicos e contábeis

Produto	Estoque físico (t)	Estoque SAP (t)	Variação (t)	Variação (%)
Argila Arenosa Alhandra	50.401	38.309	12.092	24
Argila Arenosa Britada	3.184	3.336	-181	-6
Argila Itambe	8.334	6.890	1.444	17
Calcário Britado	20.959	23.226	-2.679	-13
Calcário Desmontado C/Explosivo	31.133	35.356	-4.223	-14
Calcario Rebritado	5.647	1.718	3.928	70
Clínquer	72.620	72.142	479	1
Coque Alto Enxofre	21.867	21.047	819	4
Coque Baixo Enxofre	3.398	4.268	-870	-26
Ecoblend	54.196	44.317	9.879	18
Ecoblend Terceiros	11.973	11.762	211	2
Gesso Britado	4.542	3.555	987	22
Gesso Natural Pureza Maior 78%	1.177	2.092	-915	-78
Ignimbrito Britado	1.087	1.185	-98	-9
Minerio De Ferro 100 % <= 2 "	1.172	1.017	155	13
Pó De Pedra	6.370	7.231	-861	-14
Pó De Pedra Britado	2.173	1.118	1.055	49

Fonte: Dados da empresa (2022)

A tabela 6 acima representa os comparativos entre os estoques físicos e contábeis, onde são observadas as diferenças que precisam ser analisadas e corrigidas. Anteriormente já foi falado que as diferenças entre o físico e contábil podem surgir por vários motivos, entre eles erros na medição de balança no consumo do processo produtivo, fenômenos

naturais (chuvas, ventos), manuseio com máquinas e caminhões. Portanto, é tão importante realizar o inventário.

Os valores dos estoques poderiam estar com uma diferença ainda maior do que apresentado na tabela 6, caso o levantamento fosse realizado com método tradicional através de estação total, conforme observado nos resultados apresentados.

Quando elaborado o relatório final, onde é apresentado essas diferenças, verifica-se cada ponto e procura-se identificar a causa raiz das divergências para serem tomadas as ações cabíveis de resolução do problema.

Para efeito de ajuste de estoque, quando descoberto a causa raiz da divergência, a empresa possui um formulário, Figura 22, onde é inserido o volume a ser corrigido, o valor do estoque proporcional a este volume, as assinaturas do setor administrativo e do gerente industrial da planta e é enviado para a controladoria para realização do ajuste de estoque dentro do sistema ERP.

Figura 22 - Formulário para correção de estoque

CÓDIGO MATERIAL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	DEP.	LOTE	UMB - UNID. BASICA DE MEDIDA	CONTÁBIL			FÍSICO		VARIAÇÃO	
					VALOR UNITÁRIO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL	QUANTIDADE	VALOR TOTAL	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
xxxxx	xxxxxxxxx	xx		T	0,00	0,000	-	0,000	-	0,000	-
TOTAL						-	-	-	-	-	-

Trata-se de ***INVENTÁRIO EXTRA*** para a regularização de:
(SELECIONAR)

JUSTIFICATIVAS:

Estoque contábil com a quantidade maior devido a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

AÇÃO PARA CORREÇÃO:

Regularização de estoque contábil com a quantidade em estoque físico, devido a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Responsável pelo Inventário
__/__/_____

Gerência de Custos
__/__/_____

Aprovação conforme NG 1000.01
__/__/_____

Fonte: Dados da empresa (2022)

Todos esses procedimentos de levantamento topográfico, elaboração do relatório de inventário, análise dos dados contábeis e físicos, solicitação de correção, entre outros afins, é de essencial importância para controle do estoque na unidade fabril. E através desses resultados que é possível realizar um bom controle, trazendo confiabilidade ao processo, evitando perdas de paralisação da produção, evitando custos demasiados com estoques excessivos, entre outros ganhos incalculáveis.

5. CONCLUSÃO

Através da pesquisa realizada durante esse estudo, pôde-se identificar que a gestão, otimização e controle dos estoques é de grande importância para a organização.

Tendo em vista que além de identificar e levantar uma infinidade de pontos, inclusive onde é encontrado irregularidades nas pilhas de matérias primas ou onde o local é de difícil acesso, o laser scanner e fotogrametria comprovam uma execução de levantamento mais ágil comparado aos outros equipamentos convencionais, agregando, com isso, maior precisão e confiabilidade nas leituras e nos cálculos volumétricos.

Na primeira análise dos resultados, comprovou-se que o uso da fotogrametria apresenta melhor acurácia quando comparado à topografia com estação total. Logo, percebeu-se diferenças consideráveis gerando falsos estoques (para maior ou menor), podendo ocasionar custo excessivo ou perdas de produção. Na segunda análise, evidenciou-se que o uso do laser scanner 3D se assemelha com a fotogrametria, ambas trazendo resultados com maior assertividade.

Todos os dados coletados são analisados e reportados em relatório final de inventário, contemplando as informações dos cálculos volumétricos já convertidos em toneladas de acordo com o sistema ERP utilizado pela empresa. Neste relatório também são encontradas as divergências entre o estoque físico e contábil as quais são inerentes às características existentes na empresa cimenteira objeto desta pesquisa, pois as matérias primas são manuseadas por grandes máquinas e equipamentos, tornando-as difíceis de controlar e medir, além de outros fenômenos naturais. Por isso o controle de estoque precisa utilizar o que há de mais moderno em tecnologia de captação de dados para análise do PCP nos inventários realizados. Logo, todos os procedimentos adotados para um levantamento mais assertivo e mais ágil proporcionam um resultado de inventário de maior precisão.

Em suma, pôde-se concluir que o laser scanner e a fotogrametria possuem benefícios significativos em termos de tempo, qualidade, quantidade de pontos coletados e otimização dos processos, passando assim uma maior segurança nos resultados dos levantamentos em campo e isso reflete em uma maior assertividade do inventário, facilitando as tomadas de decisões sobre as correções necessárias e trazendo um melhor controle de estoque na indústria.

REFERÊNCIAS

3D LASER SCANNING FOR HERITAGE: ADVICE AND GUIDANCE TO USERS ON LASER SCANNING IN ARCHAEOLOGY AND ARCHITECTURE. Swindon: Historic England, 2018.

ABNT NBR 6023 – **Informação e documentação** – Referências – Elaboração. Publicada em 14.11.2018.

COELHO, Luiz; BRITO, Jorge Nunes. **Fotogrametria digital**. EdUERJ, 2007.

COELHO JÚNIOR, José Machado; ROLIM NETO, Fernando Cartaxo; ANDRADE, Júlio da Silva Correa de Oliveira. **Topografia geral.** EDUFRPE, 2014.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. **Métodos quantitativos e qualitativos:** um resgate teórico. Revista interdisciplinar científica aplicada, Blumenau, v.2, n.4, p.01-13, Sem II. 2008.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais**: uma abordagem logística. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

FONSECA, Joaquim; FERNANDES, Herlander; SANTOS, Luís. **Tecnologia Laser Scanning na Realização de Levantamentos Topográficos de Precisão**. 2015.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª Ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GUERRINI, Fabio Muller; BELHOT, Renato Vairo; JUNIOR, Walter Azzolini. **Planejamento e controle da produção**: Projeto e operação de sistemas. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica.** 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

TEIXEIRA, Enise Barth. **A análise de dados na pesquisa científica**: importância e desafios em estudos organizacionais. Desenvolvimento em questão, 2003.

TEMBA, Plínio. **Fundamentos da fotogrametria**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. Editora Atlas SA, 2007.

VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Z.; FAGGION, Pedro Luis. **Fundamentos de topografia**. Universidade Federal do Paraná, 2012.

VIANA, João José. **Administração de materiais**: um enfoque prático. 1ª Ed. 6ª reimpressão, Atlas, 2006.

VIEIRA, Helio Flavio. **Gestão de estoques e operações industriais**. IESDE BRASIL SA, 2009.