

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS

Mateus Santarossa Alvim

ANÁLISE DE GESTÃO DE ESTOQUES:

Avaliação do método de controle de inventário em uma indústria de fertilizantes.

Porto Alegre

2013

Mateus Santarossa Alvim

ANÁLISE DE GESTÃO DE ESTOQUES:

Avaliação do método de controle de inventário em uma indústria de fertilizantes.

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração.

**Orientador: Prof^a. Dr^a. Denise Lindstrom
Bandeira**

Co-orientador: Camilo José Bornia Poulsen

Porto Alegre

2013

Mateus Santarossa Alvim

ANÁLISE DE GESTÃO DE ESTOQUES:

Avaliação do método de controle de inventário em uma indústria de fertilizantes.

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração.

**Orientador: Prof.^a Dra. Denise Lindstrom
Bandeira**

Co-orientador: Camilo José Bornia Poulsen

Conceito final:

Aprovado em de de

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Carlos Fiorioli – UFRGS

Orientadora - Prof^a. Dr^a. Denise Lindstrom Bandeira – UFRGS

RESUMO

O trabalho apresenta um estudo de caso que analisa as técnicas e premissas da gestão de inventário de matérias-primas de uma indústria de fertilizantes. Partindo do pressuposto de que o método atual de aferição de volumes estocados a granel é antiquado, são demonstrados casos de companhias de segmentos diferentes, mas com produtos armazenados de forma afim, que utilizam técnicas, topográficas, por exemplo, objetivando identificar as possíveis melhorias, quando do estudo da gestão de estoques destas empresas. Uma vez que se procedeu ao contato com tais métodos, foram prospectadas as alternativas presentes no mercado, cujas soluções, sejam prestação de serviços ou venda de equipamentos, são discutidas com foco no que poderia gerar ganhos em autonomia, precisão e eficiência na realização das medições dos volumes a granel. A análise constatou que as organizações que utilizam métodos topográficos servem como base para as possíveis mudanças na gestão do processo de inventário da empresa de fertilizantes, quando suportadas por organizações que ofertam estas soluções no mercado.

Palavras-chave: gestão de estoques, produtos a granel, inventário, fertilizantes.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Sistema de controle de estoques
ANDA	Associação Nacional para Difusão de Adubos
CNPq	Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DWS	Downstream Production
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ERP	Enterprise Resource Planning (Planejamento dos Recursos da Empresa)
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
NPK	Composto de fertilizante com teores de nitrogênio, fósforo e potássio
OLI	Unidade Misturadora de Olinda
PC	Pá Carregadeira
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PRODFOR	Programa Integrado de Desenvolvimento e Qualificação de Fornecedores
RIG	Unidade de Rio Grande
SAP	Sistema ERP utilizado
SGQTec	Sistema de Gestão da Qualidade das Empresas de Tecnologia da Informação
SLZ	Unidade Misturadora de São Luís
SOP	Centro de Distribuição de Santo Antônio de Posse
TNE	Tonelada
UM	Unidade Misturadora
UPS	Upstream Production
VIX	Unidade Misturadora de Serra

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão geral dos boxes	30
Figura 2 - Descarga aérea em um armazém	31
Figura 3 - Porão de navio pronto para ser descarregado	32
Figura 4 - Exemplo de descarga de navio.....	33
Figura 5 - Carregamento de caminhão, logo após descarga de navio	33
Figura 6 - Visão geral da UM Porto Alegre	34
Figura 7 - Fluxograma de Ensaque e Mistura.....	36
Figura 8 - Fluxo de Inventário atual	38
Figura 9 - Relatório da posição de Estoques em um dado momento	39
Figura 10 - Planilha Padrão de Documento de Inventário.....	40
Figura 11 - Planilha auxiliar de formas geométricas.....	43
Figura 12 - Exemplo de visualização das formas geométricas.....	44
Figura 13 - Exemplo de "Pilha ruim" para Inventário.....	46
Figura 14 - Exemplo de "Pilha boa" para Inventário.....	46
Figura 15 - Realização de Cubagem - UMPOA	49
Figura 16 - Box desnivelado UMPOA	50
Figura 17 - Relação de ajustes Outubro UMPOA	51
Figura 18 - Pilha de sal a granel	57
Figura 19 - Medição de volume com trena a laser e prancheta	60
Figura 20 - Divisão de seções.....	60
Figura 21 - Reprodução 3D da estrutura de Boxes de uma unidade misturadora	61
Figura 22 - Representação 3D dos volumes de fertilizante	62
Figura 23 - Exemplo de Estação Total para medição topográfica.....	64
Figura 24 - Estação Total.....	69
Figura 25 - Demonstração do Software	69
Figura 26 - <i>Software</i> Photopography	73
Figura 27 - Reprodução volumétrica digital preliminar	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Unidades Yara Brasil pré-NPK.....	18
Quadro 2 - Comparativo entre opções de inventário.....	29
Quadro 3 - Alçadas de Aprovação.....	40
Quadro 4 - Demonstrativo de Ajustes - Físico x Contábil	41
Quadro 5 - Descrição dos quesitos de Análise do Bloco 2.....	77
Quadro 6 - Relação de fornecedores e pontuações.....	79
Quadro 7 - Análise dos resultados.....	80
Quadro 8 - Descrição de investimento	81

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA.....	10
1.2 FERTILIZANTES.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. A EMPRESA	16
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
5.1 FATOR PRODUÇÃO.....	21
5.2 GESTÃO DE ESTOQUES.....	21
5.2.1 Distribuição Física e Movimentação de Mercadorias	22
5.2.2 Armazenagem e Controle	23
6. ARRANJO FÍSICO E FLUXO DE MATERIAIS EM UMA UNIDADE MISTURADORA	30
7. PROCESSO ATUAL DE INVENTÁRIO E CUBAGEM	37
7.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O INVENTÁRIO	37
7.1.1 Sobre o Método de Cubagem.....	42
7.1.2 Preparação Física da Unidade.....	45
7.1.3 Utilização do Módulo MM no ERP	47
7.1.4 Demonstração dos Resultados Obtidos.....	47
7.1.5 Análise dos Pontos Críticos do Processo	51
7.2 LEGISLAÇÃO SOBRE QUEBRAS EM CARGAS A GRANEL.....	52
8. BENCHMARKING	54
8.1 NPK FERTILIZANTES	54
8.2 EMPRESA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL – EMPRESA X	55
8.3 EMPRESA DE SAL MARINHO – EMPRESA Y.....	56
8.4 AUDITORIA EXTERNA – EMPRESA Z	58
8.5 EMPRESAS DE MINÉRIO DE FERRO.....	63
9. SOLUÇÕES DE MERCADO	67
9.1 EMBRATOP	68
9.2 HOJUARA	70
9.3 MOGAI	72
10. ANÁLISE COMPARATIVA	75
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE - ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....	90

1. INTRODUÇÃO

O ambiente corporativo, no decorrer das últimas décadas, passou por transformações econômicas, financeiras e sociais que cunharam o cenário competitivo no qual as organizações atuam. O mundo pós-Guerra Mundial, ainda no período da Guerra Fria, percebeu a disseminação das transnacionais, objetivando encontrar mão de obra e matérias-primas baratas e mercado consumidor. Países considerados subdesenvolvidos se industrializaram, ainda que na dependência de países ricos. Segue-se que, até os presentes dias, as organizações têm de lidar com o desafio de crescer e manterem-se resilientes frente às adversidades do mercado, regido pelo modo de produção capitalista.

Considerando-se as mudanças decorrentes da Revolução Industrial, no que tange à atuação das empresas e seu papel na sociedade, remonta a esta época distante, séculos XVIII e XIX, a alteração no modo produtivo e suas consequências. A atividade industrial passou a ser o centro da vida econômica, ao passo que grandes empresas industriais e o trabalho assalariado tornaram-se predominantes. É necessário levar-se em conta as estratégias empresariais, de modo a evitar que se restrinja a percepção de competitividade a fatores internos, em detrimento a fatores externos às organizações. Deste modo, para as organizações, salienta-se a importância da reavaliação de processos internos, como forma de gerar vantagem competitiva para estas.

Empresas que manipulam materiais a granel, como as dos ramos de ração, sal, grãos, cavacos – designação dos pequenos pedaços de madeira após trituração, que servem como combustível –, minérios e, também, de fertilizantes, podem enfrentar dificuldades na conferência dos volumes. Isso porque esses produtos possuem grandes quantidades armazenadas, o que em períodos de inventário pode ser um problema. Toda e qualquer remodelação e diferenciação de processos neste sentido poderia vir a ser útil.

Em específico no mercado de fertilizantes brasileiro, vivencia-se excelente fase, em que pese a produção das mais variadas culturas, espalhadas pelo país afora, o bom escoamento dos produtos, devido à qualidade da função logística das empresas e à boa absorção e descentralização das mercadorias pelos clientes.

Segundo dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2013), o Brasil é o 4º maior consumidor mundial de nutrientes para a formulação de Fertilizantes. Com 5,9% do consumo mundial está atrás somente da China, da Índia e dos Estados Unidos.

Ainda de acordo com a ANDA (2013), em comparação ao ano de 2012, até o mês de maio de 2013 o volume de entrega de fertilizantes ao consumidor teve um crescimento de 3% e a importação de fertilizantes intermediários de 31,5%. No ano de 2012 foram comercializadas 29,5 milhões de toneladas de fertilizantes no país e o ano de 2013 tem a tendência a ter um aumento nesse volume.

Mesmo com o alto consumo de fertilizantes, o Brasil ainda importa cerca de 70% dos fertilizantes que utiliza, sendo a produção nacional responsável por 30% das necessidades atuais do país, configurando uma forte dependência externa e uma debilidade frente às condições de fornecimento global (ANDA, 2013).

O presente trabalho foi realizado com foco em uma unidade misturadora da Yara Brasil Fertilizantes, a Unidade Misturadora de Porto Alegre (UMPOA), na medida em que discorrerá sobre o processo utilizado para aferição dos volumes de fertilizantes em estoque, a chamada cubagem, assim como versa sobre a análise das alternativas, tanto de técnicas como de equipamentos, para este processo. É importante esclarecer que, apesar do foco voltar-se para a UMPOA em virtude das visitas realizadas a essa planta, o estudo é válido para toda a Yara, uma vez que os processos e problemas encontrados são semelhantes. O trabalho apresenta a seguinte estrutura: introdução e situação problemática referente ao assunto em questão; apresentação dos objetivos; descrição da história da empresa; revisão bibliográfica; procedimentos metodológicos; análise do tema exposto na situação problemática; benchmarking com empresas de outros segmentos, mas de produtos a granel; prospecção de soluções com empresas; propostas de melhorias e considerações finais.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA

A Yara International é uma empresa global especializada em produtos agrícolas e agentes de proteção ambiental. Como a maior fornecedora mundial de fertilizantes minerais, a Yara ajuda a suprir a alta demanda de alimentos e energia renovável para uma população mundial crescente. A empresa foi fundada em 1905 e tem sua sede em Oslo, na Noruega e possui filiais em mais de 50 países, e mercado consumidor em mais de 150. Hoje em dia a Yara possui o benefício de escala como a maior produtora mundial de amônia, nitrato e

fertilizantes complexos, sendo responsável por 20% do comércio mundial de amônia e com um *market share* de 11% no Brasil.

Neste cenário de alta produtividade, vem à tona a necessidade de se manter controles de estoque de alto nível, aliados à gestão de processos internos eficiente. A movimentação de mercadorias feita internamente, seja qual for o nicho industrial que se está estudando, é um importante componente da qualidade de gestão das indústrias e, por conseguinte, da eficiência operacional e lucratividade.

A Yara opera unidades de mistura de fertilizantes, as chamadas Unidades Misturadoras (que fazem parte do segmento de *Downstream*), em virtude de receberem as matérias-primas, as armazenarem e, posteriormente, ao ritmo das carteiras comerciais, gerarem as ordens de carregamento e produção, para misturar os teores adequados à cada determinado tipo de produto e mistura. A única planta da Yara, em nível nacional, que efetivamente produz matérias-primas para mistura é a de Rio Grande (*Upstream production*). A unidade de Santo Antônio de Posse (SOP), em São Paulo, é apenas um centro de distribuição de produtos acabados, ou seja, não estoca as matérias-primas a granel. As plantas possuem, de modo geral, uma equivalência de estrutura física e de processos organizacionais e administrativos. As unidades, via de regra, podem apresentar a seguinte estrutura física: setor administrativo; armazéns para estoque – divididos em boxes – que podem ser internos e externos; terminal para descarregamento de matérias-primas, via caminhões, chatas, embarcações de pequeno porte, ou navios (POA e RIG); e os equipamentos de mistura propriamente ditos (moegas e misturadores, ou seja, toda a área operacional e produtiva).

Os processos logísticos, operacionais e de movimentação de matérias-primas, assim como de sacarias, tais como o desembarço de mercadorias nos portos (por navios e contêineres) e o carregamento de caminhões para transporte até a unidade (passível de transbordo intermediário) são geradores de perdas das cargas transportadas. As ditas quebras de matérias-primas são acontecimentos naturais na indústria de fertilizantes e de outros segmentos de materiais a granel, pelas contingências logísticas e pelas próprias características físicas e químicas dos materiais transportados. Apesar de não ser o foco deste trabalho, as quebras físicas ocorrem, e são necessários maiores cuidados relativos ao transporte e armazenagem dos produtos, e, principalmente, uma maior eficiência na gestão destes estoques, haja vista que disso incorrem custos e perda de eficiência do negócio.

Nas unidades misturadoras, as matérias-primas são descarregadas em boxes, específicos para cada variedade, de onde são retiradas, movimentadas por pá carregadeira (PC) e processadas (misturadas e ensacadas) para serem carregadas nos caminhões que farão o transporte para o cliente ou outra planta da empresa. Por maiores que sejam os quesitos organização e padronização dos processos das fábricas, nem sempre é possível atingir um nível ótimo de eficiência, em termos de otimização dos recursos e redução de desperdício de materiais produtivos. Neste caso, a área de *Lean* – produção enxuta – trabalha para reverter estes focos de desperdício.

As plantas da Yara Brasil não estão todas no mesmo patamar de eficiência operacional, no que tange às atividades padrões de uma unidade misturadora, fato que se justifica por não terem todas o mesmo tempo de existência e de operação. Ainda, podem não apresentar uniformemente as melhores práticas e processos que visem a reduzir os desperdícios.

A problemática do presente trabalho centra-se na técnica de medição de volumes durante a realização do inventário de matérias-primas estocadas nas unidades, a qual se dá por meio de um procedimento antiquado e impreciso. O método aplicado pela equipe de PCP, a cubagem, baseia-se em técnicas antigas utilizadas há muitos anos em empresas desse segmento, em grande parte de modo semelhante. Ainda que nenhuma técnica avançada existente no mercado garanta total acurácia, a cubagem, como é feita atualmente, não assegura grande precisão para a aferição da massa das pilhas de fertilizantes em cada box, seja em virtude da possibilidade de erros humanos, seja pela quantidade consideravelmente alta que é armazenada ou o formato em que o material encontra-se distribuído no armazém. A densidade cumpre, da mesma forma, um papel importante neste processo, pois é através desta que o volume poderá ser convertido em massa (toneladas). A tolerância a erros de medição é da ordem de 5% para grande parte das unidades da Yara (as exceções, aqui, ficam por conta das unidades de Olinda e São Luís, com 7%). Embora o método já venha sendo utilizado por diversas empresas do ramo de fertilizantes, se fazem necessários estudos com vistas a otimizar e atualizar este processo, como forma de prevenir erros consequentes de falhas por parte dos colaboradores e de melhorar a capacidade de gestão do inventário, garantindo maior acurácia na contabilização dos estoques físico e contábil, assim como maior vantagem competitiva para a empresa. Ressalta-se que o foco é a avaliação das alternativas ao método de cubagem, ou seja, uma maior precisão da medição dos volumes não evitará as perdas físicas dos produtos, todavia resultará em um maior controle sobre o estoque nas plantas, cujo

valor é consideravelmente alto, podendo sofrer sub ou sobrevalorização, e alterar o resultado da companhia.

1.2 FERTILIZANTES

Segundo consta no *site* da ANDA (2013), fertilizantes minerais são materiais que podem ser naturais ou manufaturados, e que contém nutrientes considerados essenciais para o crescimento normal e o desenvolvimento das plantas. Há três nutrientes que têm de ser aplicados em grande quantidade nas plantas e que estão presentes nos fertilizantes: o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Existe, ainda, um conjunto de sete elementos considerados “micronutrientes”, quais sejam: boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), e zinco (Zn). Certas plantas, segundo o *site*, requerem, também outros cinco elementos: sódio (Na), silício (Si), níquel (Ni), selênio (Se) e cobalto (Co).

1.3 JUSTIFICATIVA

Considerando a existência de quebras de matéria-prima, e pouco controle sobre o alto estoque em mãos, aliado ao método ultrapassado de medição de volumes, que se insere e justifica a necessidade de se realizar um estudo com vistas a analisar a eficiência das práticas atuais de gestão de estoque.

A análise do próprio processo atual de aferição de inventário de estoques da empresa, a cubagem, somada à pesquisa de outras técnicas no mercado, é de suma importância para o aumento da eficiência operacional, garantindo maior acurácia e rapidez nas conciliações de estoque.

2. OBJETIVOS

Neste capítulo são apresentados os objetivos geral e específicos do trabalho.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o processo produtivo e de armazenagem de uma unidade misturadora de uma empresa de fertilizantes e, a partir disso, sugerir possíveis melhorias no processo de inventário físico de estoques.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do presente trabalho são os que seguem:

- Analisar o processo atual de realização de inventário e cubagem sob o ponto de vista técnico e de acurácia;
- Realizar *benchmarking* com empresas de outros segmentos de produtos a granel;
- Prospectar e analisar alternativas à técnica de cubagem presentes no mercado;
- Identificar e sugerir possíveis melhorias.

3. A EMPRESA

Conforme informações do site da Yara, a fundação remonta a 1905, na Noruega, e, desde então, tem conquistado espaço no mercado mundial de fertilizantes e soluções ambientais. A fim de sanar os problemas iminentes com a falta de alimento mundial, em 02 de dezembro de 1905 Sam Eyde, Kristian Birkeland e Marcus Wallenberg fundaram a empresa Norsk Hydro. A combinação da quantidade elevada de energia hidrelétrica disponível na Noruega com seus recursos naturais tornou possível a produção da primeira mercadoria da empresa, o fertilizante de nitrogênio.

A partir de 1919, a Hydro passou a investir em desenvolvimento de processos industriais alternativos e diversidade de fertilizantes. Em 1927, a empresa fez uma parceria com a alemã IG Farben e expandiu as plantas de nitrato de cálcio em Rjukan para a produção do então conhecido "método de amônia", no mesmo período em que iniciou a construção de uma fábrica de amoníaco com base na tecnologia americana.

Devido a medidas protecionistas do governo, nos anos 30, a Hydro viu a necessidade de diversificar as mercadorias da empresa através do desenvolvimento de novos produtos e tecnologias de fertilizantes. A partir dessa necessidade, foi desenvolvido, então, o complexo de fertilizantes NPK.

No período pós-guerra, em 1945, a empresa teve de trabalhar fortemente na reconstrução para recuperar os prejuízos deixados. Mesmo com a grande oferta de produtos nitrogenados no mercado internacional, a Hydro acreditou na vantagem que possuía, energia hidroelétrica em abundância, e investiu fortemente na expansão da produção de nitrogenados.

Em 1946, com o objetivo de desenvolver métodos inovadores de produção em diferentes áreas como metalurgia, petroquímica e química orgânica, foi criada uma nova unidade de pesquisa na sede da empresa, em Oslo, e um novo laboratório de pesquisa da Hydro em Herøya, Noruega.

No final da Segunda Guerra Mundial, a Europa estava com escassez em praticamente todos os setores da economia, inclusive no mercado de alimentos. Nesse momento, as prioridades para os governos eram garantir as indústrias para empregos e desenvolvimento e alimentação para a população. Dessa forma, a empresa Hydro passou a ser um dos mais

importantes fornecedores de fatores de produção no mercado alimentício na Europa, além de contribuir para a evolução da indústria europeia.

Para abastecer a indústria crescente, era necessário buscar trabalhadores nas fazendas, o que trouxe a necessidade de inovar nos fatores de produção para manter a produção com menos pessoas envolvidos no cultivo. Para isso, além do uso crescente de máquinas agrícolas e ferramentas melhores, se fez necessário a utilização de fertilizantes para otimizar a colheita e nutrição das plantas. Esse incremento na produção agrícola supriu a necessidade de alimentos na Europa e ocasionou a baixa do preço da comida para a população.

Nos anos 50, a Hydro se lançou na produção de magnésio e cloreto de polivinila (PVC) em sua planta em Herøya. Nesse época foi inaugurado o escritório de vendas em Estocolmo e as vendas nos EUA iniciaram, focando principalmente no nitrato de cálcio para frutas e hortaliças.

Entre 1967 e 1977, a empresa Hydro teve muitos avanços sob o comando do diretor Johan Bolte. Durante este período a empresa modernizou-se, envolvendo-se com a exploração de petróleo e com a indústria de alumínio na década de 60. Além disso, a empresa internacionalizou sua produção com as plantas criadas no Golfo Pérsico. O acordo feito em junho de 1969 com as autoridades do Qatar garantia à Hydro participação acionária de 25% e a responsabilidade de vender o fertilizante lá produzido.

Durante os anos de 1980 e 1990, a Hydro manteve uma estratégia ofensiva. Na década de oitenta, a empresa tornou-se o principal produtor mineral de fertilizantes na Europa através de uma série de aquisições, medidas de eficiência e a construção de novas usinas. As aquisições tomaram lugar em países como Holanda, Suécia, Reino Unido, Alemanha, França e China, além de um escritório no Zimbábue e na Bélgica, em Bruxelas.

Através dessas aquisições e do forte investimento em renovação e construção de novas plantas, a empresa tornou-se líder mundial no ramo de fertilizantes na Europa Ocidental. Na sequência, a organização passou a crescer extensivamente fora da Europa. Devido ao colapso da União Soviética e ao baixo preço do fertilizante da Europa Oriental para o mercado da Europa Ocidental, foram necessários ajustes e mudanças na empresa. A Hydro manteve sua posição na União Europeia e continuou a se expandir nos mercados fora da Europa, tornando-

se o único fornecedor de nutrição vegetal e serviços agronômicos presente nos cinco continentes.

No período de 1999 a 2003, ocorreu a aquisição da Adubos Trevo, no Brasil, que já à época era uma das líderes do mercado de fertilizantes do país. Em 2004, aconteceu a entrada da Hydro na Bolsa de Valores de Oslo, e a empresa começa a atuar sob o nome de Yara. Nos anos de 2006 e 2007, a Yara expandiu-se no Brasil, adquirindo a Fertibrás e comprando metade da Balderton, da Suíça.

A Yara Brasil Fertilizantes, até meados de 2013, operava com onze plantas localizadas em pontos estratégicos, em termos de mercado, pelo Brasil, conforme o Quadro 1. Como já citado no Capítulo 1.1, a unidade de Rio Grande produz algumas das matérias-primas, além de expedi-las. A planta de SOP, reiterando, é apenas um centro de distribuição.

Quadro 1 - Unidades Yara Brasil pré-NPK

Planta	Cidade	Estado
Cubatão	Cubatão	SP
Olinda	Olinda	PE
Paranaguá	Paranaguá	PR
Porto Alegre	Porto Alegre	RS
Rio Grande	Rio Grande	RS
Rondonópolis	Rondonópolis	MT
São Luiz	São Luiz	MA
Santo Antônio de Posse	Santo Antônio de Posse	SP
Salvador	Candeias	BA
Uberaba	Uberaba	MG
Vitória	Serra	ES

Fonte: Yara (2013)

No segundo semestre de 2013, consolidou-se a compra do segmento de fertilizantes da Bunge, empresa de grande porte no ramo, pela Yara. A empresa foi aqui denominada NPK. A efetivação deste negócio alavancou mais ainda a participação da Yara no mercado de fertilizantes do país, visto que englobou a operação de mais 22 plantas da NPK, garantindo o status de líder do mercado.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho busca analisar a gestão de estoque de uma empresa do ramo de fertilizantes por meio da avaliação do método de controle de inventário, através de um estudo de caso. De acordo com Yin (2001), um estudo de caso pode ser estruturado a partir de seis variáveis: documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Este trabalho baseia-se em documentos, entrevistas e observações diretas e participantes.

A parte documental do estudo de caso foi feita através de documentos administrativos, como relatórios de aperfeiçoamentos e outros documentos internos como instruções operacionais e procedimentos. Yin (2001) evidencia a importância da utilização desses dados devido à estabilidade que apresentam, pois podem ser revisados inúmeras vezes, à discrição, por não ter sido criada como resultado do estudo de caso, e por sua exatidão devido às referências e detalhamentos exatos do evento estudado.

Já as entrevistas possuem uma proposta diferente. Considerando o enfoque já direcionado ao tópico de estudo e as percepções causais capazes de serem captadas pelo entrevistador, as entrevistas são consideradas por Yin (2001) como uma das fontes mais importantes para o estudo de caso. Através dos dados coletados com os entrevistados, o autor pôde enriquecer o estudo de caso com a experiência e conhecimento de causa daqueles que vivenciam o objeto de pesquisa no dia a dia. Contudo, Yin (2001) salienta a importância da elaboração das perguntas propostas para que não haja riscos de uma visão tendenciosa e de imprecisões.

Referente às observações, neste trabalho constam tanto as diretas quanto as participantes. As observações diretas mostram os acontecimentos em tempo real e contextualizam o objeto de estudo. Já as observações participantes, além dessas características, contam ainda com a percepção do autor no que se refere aos eventos estudados por estarem inseridas no meio em que acontece o objeto de estudo.

Para a elaboração deste estudo, foi necessária também a realização de uma análise qualitativa, permitindo um entendimento mais amplo do tema estudado, explorando sua complexidade e singularidade. Segundo Gerhardt e Silveira (2009, p. 31), “a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.”. Além disso,

pôde-se enquadrar este trabalho como descritivo e exploratório, já que foi realizada a descrição da situação encontrada pelo autor e a construção de sugestões relacionadas à problemática do trabalho.

Dessa forma, o trabalho visa a analisar a eficiência dos processos de gestão de estoques, em específico o método de cubagem, utilizado para realização do inventário mensal, através de pesquisa exploratória, bibliográfica e documental. Foi aplicada, ainda, pesquisa qualitativa com colaboradores da Yara Brasil Fertilizantes e de empresas diversas que estocam produtos a granel, através de entrevista semiestruturada.

Conforme Severino (2007) é considerada como pesquisa bibliográfica aquela que é transcorrida a partir de pesquisas já existentes e disponíveis em documentos impressos, como artigos, livros, teses, revistas, ou outro modo possivelmente existente. Os assuntos já percorridos por outros pesquisadores e que possuem algum registro acabam por tornarem-se fontes do tema a ser pesquisado. Nesse caso, o pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos. Enquanto isso, as pesquisas documentais utilizadas são aquelas fundamentadas em dados que não receberam nenhum tratamento analítico.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, apresenta-se a revisão bibliográfica para a fundamentação teórica que subsidiou o estudo.

5.1 FATOR PRODUÇÃO

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), a administração da produção é a atividade de gerenciar recursos destinados à produção e disponibilização de bens e serviços. A função produção é a parte da organização responsável por esta atividade. Considera-se que toda organização possui uma função de produção, pois toda organização produz algum tipo de produto e/ou serviço. Todas as operações tem a capacidade de produzir produtos e serviços por um processo de entradas e saídas (transformação). Um conjunto de *inputs* para qualquer processo produtivo são os recursos transformados, sendo que estes últimos são recursos que são tratados, transformados ou convertidos. Em geral, são um composto de materiais, informações, consumidores, instalações e funcionários.

5.2 GESTÃO DE ESTOQUES

Estoque pode ser definido como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009). Ainda para Slack, Chambers e Johnston (2009), a diferença entre os diversos tipos de operações talvez seja o valor dos estoques que elas mantêm: em algumas, o valor dos estoques é relativamente baixo comparado com os custos dos insumos totais da operação. Em outras organizações, o custo será muito maior, principalmente naquelas em que a armazenagem é o principal propósito da operação. Ainda segundo esses autores, certas vezes o valor dos estoques pode ser tão alto que nem mesmo é incluído nos demonstrativos financeiros, como é o caso de refinarias de metais preciosos.

Uma razão chave para a existência de estoques, independentemente de qual seja o segmento de organização ou o tipo de produto que se está armazenando, é diferença de ritmo

entre fornecimento e demanda. É de fácil entendimento que se o fornecimento de qualquer item ocorresse no mesmo momento em que fosse demandado, este item nunca necessitaria ser estocado (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 358).

5.2.1 Distribuição Física e Movimentação de Mercadorias.

A Logística permite a criação de uma visão sistêmica nas organizações, a otimização das movimentações de materiais e informações e a visualização de toda a cadeia de suprimentos ponta-a-ponta. Entre os elementos que compõem a Logística, um dos que mais se destaca é a distribuição física e, mais especificamente, o transporte. Segundo Novaes (2001, *apud* JANISSEK-MUNIZ, 2012), a distribuição física é composta de “processos operacionais e de controle que permitem transferir os produtos desde o ponto de fabricação até o ponto em que a mercadoria é entregue ao consumidor final”. Em relação à cadeia de suprimentos, o transporte liga todas as etapas da cadeia, envolvendo movimentação e estocagem de produtos.

A importância de uma rede de distribuição e transporte eficiente é notória. Porém, infelizmente, a infraestrutura logística brasileira é uma das piores do mundo e os investimentos são muito baixos. Segundo reportagem da *Veja*, de Renato Jakitas, de 10 de março de 2012, para equacionar o gargalo existente, seria preciso triplicar os investimentos atuais.

A distribuição física consiste, basicamente, no fluxo de produtos acabados até as mãos do cliente. Envolve todos os processos existentes desde a saída do produto final até a sua entrega. De acordo com Dornier, Ernst, Fender e Kouvelis (2000, p. 303), a rede de distribuição engloba recursos logísticos, dos quais fazem parte as instalações de armazenagem, diferentes meios de transporte e estoque.

A distribuição pode ser operacionalizada de diferentes formas.

Algumas vezes o produto é despachado da fábrica para o depósito de um atacadista. Noutras vezes, o produto é transportado do fabricante para o centro de distribuição

do varejista. São também comuns os casos em que o fabricante abastece diretamente a loja de varejo. (NOVAES, 2001, p. 146).

Essas são algumas configurações de canais de distribuição, porém existem outras, como a entrega direta do fabricante ao consumidor final (sem intermediários) ou a utilização de operadores logísticos.

Há diferença entre distribuição física – que envolve as atividades de transporte, armazenamento e manuseio de materiais – e canais de distribuição – que representam o caminho escolhido para levar o produto até o consumidor final. Entretanto, os dois conceitos se inter-relacionam. Os canais de distribuição têm bastante influência na rede de distribuição física, pois a operacionalização logística de distribuição deve ser definida de acordo com o canal de distribuição utilizado pela organização.

5.2.2 Armazenagem e Controle

Componente importante da distribuição física é a atividade de armazenagem – que envolve recursos como armazéns, depósitos e estoques. Ao longo do processo de distribuição surge a necessidade de manter produtos armazenados por certo período de tempo, até que seja realizada a entrega ou transferência destes. Dessa forma, os depósitos e armazéns constituem-se como pontos de transição entre os diferentes fluxos da rede logística.

A armazenagem dos produtos desempenha algumas funções básicas. De acordo com Alvarenga e Novaes (2000, p. 121) as principais são:

- Armazenagem propriamente dita: pode haver necessidades de armazenagem de grandes períodos ou de períodos menores e para cada situação existem soluções técnicas – *layout*, equipamentos – diferentes.
- Consolidação: é o processo de juntar cargas parciais vindas de origens diversas para formar carregamentos maiores.
- Desconsolidação: é o processo em que carregamentos maiores são desmembrados em pequenos lotes para serem encaminhados a destinos diferentes.

Os autores também citam os principais componentes que formam o sistema de armazenamento. São eles:

- Recebimento: mercadorias são descarregadas, conferidas e triadas.
- Movimentação: deslocamento interno.
- Armazenagem propriamente dita.
- Preparação dos pedidos: acondicionamento dos produtos em caixas, *pallets*, contêineres e indicação do destinatário e do endereço.
- Embarque: carregamento e despacho do veículo que realizará a entrega.
- Circulação externa e estacionamento.

Para que os depósitos e armazéns tenham uma estrutura adequada, é necessário que haja a definição de alguns componentes básicos, como localização, *layout* e equipamentos. Essas características dos armazéns são fundamentais para a eficiência no manuseio de materiais. “O projeto do armazém deve prever a facilitação do fluxo contínuo de produtos por todo o prédio.” (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006, p. 328).

Os armazéns e depósitos devem estar organizados de forma que facilitem o processo de recebimento, manuseio, movimentação, estocagem e expedição. Para isso é imprescindível a definição do *layout* e da estrutura a ser utilizada, de forma que torne o processo mais ágil e prático. Segundo Janissek-Muniz (2012), os principais aspectos que devem ser planejados em relação a *layout* e estrutura são: plataformas para estacionamento de veículos; área de carga e descarga; área de acumulação para triagem; espaço total necessário para estocagem; aproveitamento das instalações; tipos de estruturas utilizadas para armazenagem; tipos de equipamentos de movimentação; corredores e acessos; *hardware* e *software* utilizados; posicionamento de materiais; arranjo dos produtos de acordo com a movimentação e tamanho.

O manuseio de materiais ocorre normalmente através de “três tipos principais de acondicionamento: (a) invólucros diversificados (caixas de madeira ou papelão, sacas, tambores); (b) *pallets* ou estrados; (c) contêineres.” (ALVARENGA E NOVAES, 2000, p. 125).

Quanto às características físicas do depósito, uma vez que a localização deste tenha sido escolhida, é necessária a determinação do tamanho do estabelecimento, uma vez que, em tese, deverá atender ao nível máximo de estoque para uma temporada específica, conforme

avaliação da demanda. Esta definição vale para a situação em que o estoque é armazenado inteiramente em espaço alugado ou em espaço próprio (Pozo, 2010).

Sabe-se que, quando as demandas pelos produtos forem todas conhecidas com exatidão, do mesmo modo que se as mercadorias estiverem disponíveis para fornecimento instantâneo, em tese, não haveria necessidade de se manter espaço físico para o estoque. Todavia, este fato – considerado ideal – não ocorre com frequência por uma série de motivos, como a variabilidade da demanda, atrasos nos fornecimentos, ações de marketing e outros que tornam a demanda uma atividade de difícil previsão. Para Pozo (2010). Objetivando uma melhor coordenação entre oferta e demanda, as organizações optam por usar estoques, havendo, então, a necessidade de armazenagem dos produtos.

Para Slack, Chambers e Johnston, (2009, p. 377), para além do sistema ABC, que considera que uma pequena proporção dos itens totais contidos em estoque vai representar uma grande proporção do valor total em estoque (Lei de Pareto), é cabível que os gestores das operações considerem, também, outros critérios para classificar itens, ainda segundo os autores:

- *Consequência da falta de estoque*: Deve ser dada prioridade alta aos itens que atrasariam mais criticamente ou que iriam interromper outras operações, ou a relação com o cliente, caso faltassem no estoque;
- *Incerteza no fornecimento*: mesmo de baixo valor, alguns itens podem demandar mais atenção caso seu fornecimento seja incerto;
- *Alta obsolescência ou risco de deterioração*: itens que tendem a perder o seu valor por obsolescência ou deterioração podem merecer atenção e controle extras.

O valor monetário pode ser usado para aferir o nível absoluto de estoque em qualquer momento, o que envolve considerar a quantidade de cada item em estoque, multiplicá-la por seu valor – custo de aquisição do item – e então somar o valor de todos os itens armazenados individualmente (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, p. 379, 2009). Para os mesmos autores, esta última medida é útil para avaliar o quanto de investimento uma organização dedica em estoques, todavia não garante indicação de quão grande é o investimento em relação ao fluxo total da operação. É preciso, principalmente, comparar o número total de itens em estoque com sua taxa de uso. É possível utilizar duas formas, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009):

- Calcular a quantidade de tempo que o estoque duraria, sujeito à demanda normal, se não fosse reabastecido. A este método chama-se **cobertura do estoque**;
- Calcular a frequência com que o estoque é totalmente consumido em um período. A isto se chama **giro de estoque**, e é o inverso do método acima.

Grande parcela dos estoques, de qualquer tamanho significativo, é administrada por sistemas de computador. A cada transação, seja a venda de algum item, movimentação de um item do armazém para o caminhão, assim como a entrega de algum item no armazém, a posição, *status* e provavelmente o valor do estoque passarão por mudanças, o que justifica a necessidade de registro que garanta que os gerentes da produção possam determinar a posição do estoque a qualquer momento. Vale ressaltar a importância dos sistemas de controle de estoque, no sentido de que estes podem gerar relatórios regulares de valor de estoque – para os diferentes itens armazenados – que podem auxiliar os gestores a controlar de forma mais eficiente seus estoques (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, p. 380, 2009).

Derivado do uso dos sistemas de gerenciamento de estoques, problemas como a inexatidão de dados representam um dos problemas de maior significância para os gerentes de produção. Quanto aos erros nos registros:

Quaisquer erros no registro dessas transações e/ou manuseio de estoque físico podem levar a discrepâncias entre o estoque registrado e o estoque real, e esses erros são perpetuados até que sejam feitas checagens no estoque físico (geralmente, bem pouco frequentes). Na prática, existem muitas oportunidades para erros ocorrerem, no mínimo porque são muitas as transações com estoque. Isso significa que é surpreendentemente comum, para a maioria dos registros de estoque, a existência de erros (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009).

Erros comuns que são causadores de desvios nos registros, segundo os mesmos autores, são:

- Erros de digitação: entrada de códigos de materiais ou produtos de forma errada;
- Erros nas quantidades: erros na contagem de produtos que estão entrando ou saindo do estoque;
- Estoque danificado ou deteriorado que não é computado como tal, ou que não é eliminado de forma adequada do registro quando destruído;
- Itens errados que foram retirados do estoque, mas sem a devida correção dos registros contábeis quando estes retornam;
- Podem ocorrer atrasos entre transações feitas e atualização de registros.

Conforme Pozo (2010), importante atividade dentro do conjunto da gestão de estoque é prever o valor do estoque de posse da organização, em intervalo de tempo adequado, de modo a gerenciar os dados comparando-os com o que foi planejado, objetivando tomar ações cabíveis quando houver algum desvio. Para que o valor de capital em estoque torne-se uma poderosa ferramenta de tomada de decisão, é imprescindível que se realize uma perfeita avaliação financeira do estoque, cuja análise proporcionará informações exatas e atualizadas das matérias-primas e produtos.

É prática bastante comum que as organizações efetuem contagem física de seus itens em estoque, em processo e acabados, visando a comparar a quantidade física com os dados contábeis em seus registros. Um dos meios para se avaliar as possíveis discrepâncias que podem existir entre os valores contabilizados e os que realmente existem em estoque é o inventário. O inventário físico é muito importante, também, para efeitos de balanço do ano fiscal e seu imposto de renda, e pode ser geral ou rotativo (POZO, 2010).

O inventário geral é elaborado no fim de cada período fiscal, abrangendo a contagem física de todos os itens de uma só vez. Neste procedimento, em geral, faz-se necessária a parada total do processo operacional da empresa: recebimento, produção e despacho. Sabe-se, também, que o inventário pode ter duração de um ou mais dias, dependendo do porte da empresa. A parada no fluxo produtivo é necessária com vistas a uma contagem física livre de interferências e de erros (POZO, 2010).

Segundo o autor, o inventário rotativo, é feito no decorrer do ano fiscal da empresa, sem que qualquer tipo de parada seja realizada, pois cada grupo de itens é vistoriado separadamente, em distintos períodos, que podem se estender por semanas ou meses, por exemplo. Este método é, via de regra, mais vantajoso e econômico, na medida em que permite a realização do inventário da gama de produtos sem que seja necessária a paralisação da fábrica, além de permitir um melhor controle da gestão de estoques, em virtude de garantir melhores condições e tempo para análise de possíveis problemas (POZO, 2010).

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, p.382).

Fica evidente a importância do inventário como instrumento de gerenciamento, frisando-se, ainda, razões de auditoria, para a qual é imprescindível manter-se documentos que comprovem a real exatidão do patrimônio que a organização possui em estoque. Para Viana (2009):

Excluindo as imperfeições que provocam perda de exatidão nos registros em virtude de falhas durante 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.

Conforme Pozo (2010), decorrida a realização do inventário, procede-se com a análise das diferenças encontradas – se encontradas – entre o que foi documentado contabilmente e o que a contagem física apresentou. Identificadas as diferenças, os itens que apresentam divergências de quantidade passarão por outro processo de análise, para, posteriormente, serem ajustados e ocorrerem reconciliações de acordo com a política da empresa.

Retornando ao tema da periodicidade do inventário, para Viana (2009) a prática que costuma ser a mais disseminada e tradicional no âmbito organizacional é a realização do inventário anual, em época de balanço contábil. Todavia, para empresas de grande porte, o autor indica que o método anual é impraticável, do mesmo modo que as verificações contínuas a cada entrada ou saída no estoque também o são. O método mais cabível, sob o ponto de vista de uma organização de grande porte, é a realização do inventário rotativo. Este último, via de regra, é apoiado por recursos de informática (VIANA, 2009).

Para Viana (2009) os principais pontos de comparação entre as opções de inventários encontram-se discriminadas no Quadro 2:

Quadro 2 - Comparativo entre opções de inventário

Inventário Anual	Inventário Rotativo
<ul style="list-style-type: none"> • Esforço concentrado, produzindo um pico de custo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sem grandes esforços, com custos distribuídos.
<ul style="list-style-type: none"> • Gera impacto nas atividades da empresa, com almoxarifado de portas fechadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • É possível a continuidade de atendimento com almoxarifado de portas abertas.
<ul style="list-style-type: none"> • Produtividade da mão-de-obra decrescente, ocorrendo falhas durante o processo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento da produtividade, com ações preventivas que, em consequência, reduzem as falhas.
<ul style="list-style-type: none"> • Os responsáveis pelo inventário “reaprendem” somente ano após ano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Responsáveis pelo inventário tornam-se especialistas no processo e no ajuste.
<ul style="list-style-type: none"> • As causas das divergências não são identificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • O <i>feedback</i> imediato eleva a qualidade, havendo motivação e participação geral; assim, as causas das divergências podem ser rapidamente identificadas.
<ul style="list-style-type: none"> • Confiabilidade não apresenta melhora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprimoramento contínuo da confiabilidade.

Fonte: adaptado de Viana (2009)

6. ARRANJO FÍSICO E FLUXO DE MATERIAIS EM UMA UNIDADE MISTURADORA

As unidades misturadoras (UM) da Yara Brasil apresentam semelhante fluxo de mercadorias e materiais que, por consequência lógica, alimentam seus estoques. Cada UM apresenta um perfil de arranjo físico parecido, variando os fatores capacidade estática (número de boxes), o tempo de atuação da planta, estado de conservação e formato dos boxes. A Figura 1 apresenta a visão geral de um armazém.



Figura 1 - Visão geral dos boxes

Fonte: o autor (2013)

Os insumos podem ser descarregados internamente nos boxes via descarga aérea, em que uma esteira horizontal passa acima destes, liberando o produto quando este alcança o local desejado, ou então através de caminhões com caçamba reclinável que deposita os fertilizantes diretamente no box. Neste ponto, é válido lembrar que, ao ser despejado via descarga aérea, o produto sofre maior compactação, pois o material que está embaixo é pressionado pelo peso do que foi descarregado por último sobre ele, e assim por diante. Quando da descarga por caminhão, internamente na unidade, o material não sofre tanta compactação, porém, já é suscetível a ter sua densidade alterada em diferentes partes da pilha.

A Figura 2 ilustra a descarga aérea de matérias-primas feita em um armazém.

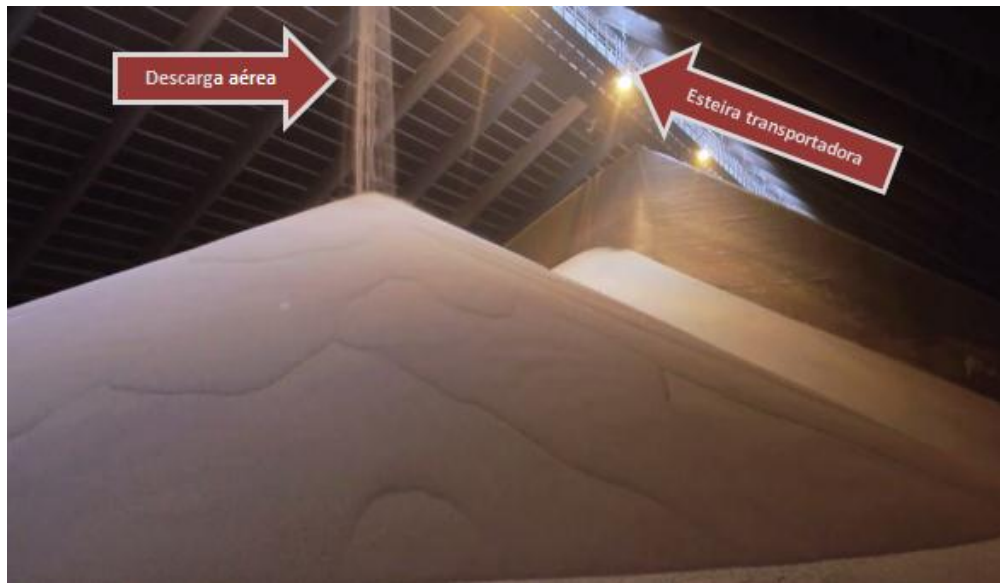


Figura 2 - Descarga aérea em um armazém

Fonte: adaptado de Yara (2013)

A seguir, serão apresentados os fluxos das matérias-primas no interior das unidades. A pesquisa foi realizada a partir de visita à UMPOA, realizada em outubro de 2013.

Após criados os pedidos de venda, baseados nas carteiras comerciais, os motoristas dos caminhões que irão ser carregados ou descarregados na planta passam pela Expedição, com ou sem horário de agendamento prévio, momento no qual são criadas as ordens de carregamento e produção, vinculadas a um pedido. As ordens de carregamento são geradas e transmitidas ao PCP, que retransmite estas informações ao Coordenador de Turno, responsável por organizar e gerenciar os *setups* das máquinas, de acordo com as misturas que forem requisitadas.

Conforme informações passadas pelo Coordenador de PCP da UM de Porto Alegre, senhor Leandro, quando da visita do autor a esta unidade, juntamente com o Assistente de PCP, senhor Paulo, e, baseado nos conhecimentos do autor acerca do tema em questão, a matéria-prima que serve de insumo para o processo produtivo é entregue por fornecedores nacionais e internacionais, e é armazenada em boxes, a granel.

Considerando-se como ponto inicial a entrada das matérias-primas na unidade, e suas consequentes movimentações, o armazenamento destes produtos no box pode ser feito via

descarga aérea, por esteira que é carregada externamente (por descarga de caminhão na moega ou de embarcações menores – chatas – em funis, e ambas alimentam as esteiras), ou via caminhões que internam os insumos diretamente nos boxes, como já comentado anteriormente.

A Figura 3 exemplifica um carregamento de KCL, cloreto de Potássio, no porão de um navio. Por sua vez, a Figura 4 demonstra a descarga de mercadoria feita por navio. Esta matéria-prima será transferida para caminhões que farão o transporte para as unidades.



Figura 3 - Porão de navio pronto para ser descarregado

Fonte: Yara (2013)



Figura 4 - Exemplo de descarga de navio

Fonte: Yara (2013)

A Figura 5 ilustra o carregamento de caçamba de caminhão com a carga recém retirada do navio. Os caminhões fazem o transporte das cargas para as unidades. Para o caso da UM de Porto Alegre, o transporte pode ser feito, também, por chatas, pequenas embarcações que saem do porto da planta de Rio Grande (RIG) e atracam no Rio Gravataí, na divisa entre Porto Alegre e Canoas. A Figura 6 ilustra a estrutura de descarga, armazenagem e máquinas na unidade.



Figura 5 - Carregamento de caminhão, logo após descarga de navio

Fonte: Yara (2013)

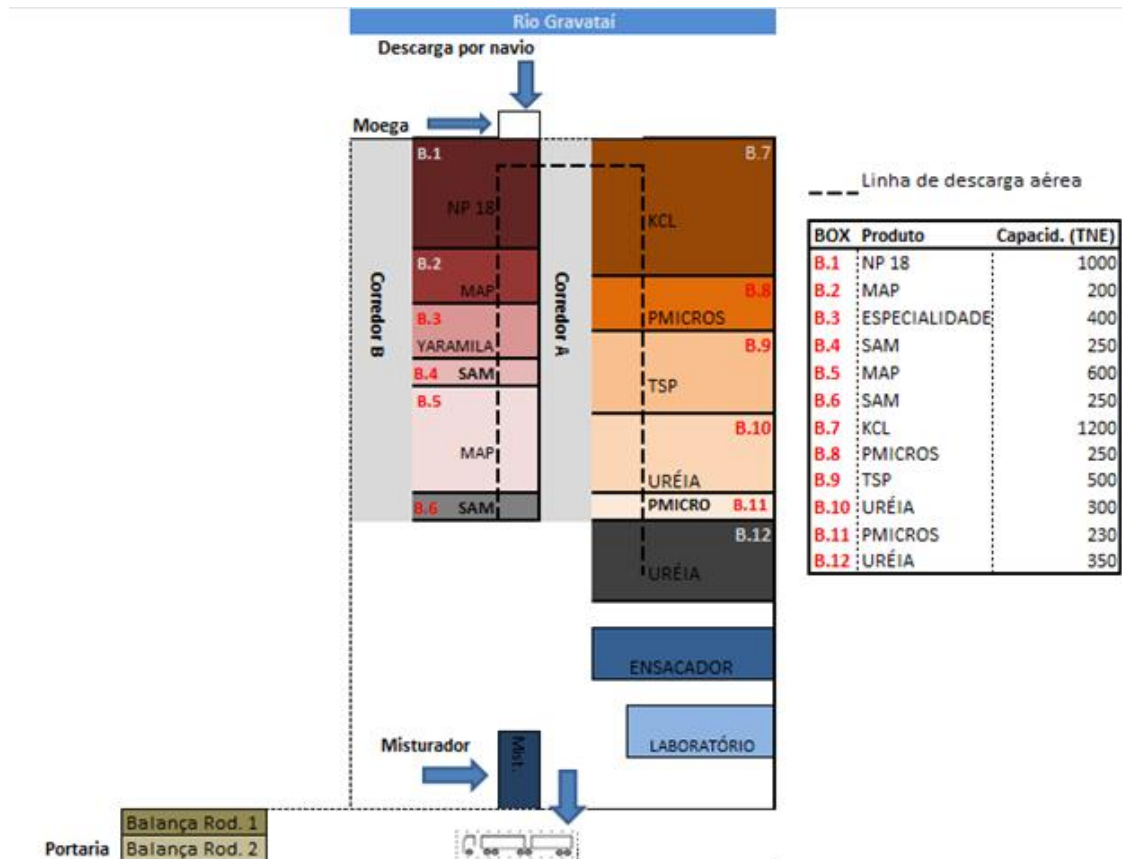


Figura 6 - Visão geral da UMPOA

Fonte: adaptado de Yara (2012)

Aqui será demonstrado o processo de produção de misturas em embalagens de 1000 kg, os ditos *big bags*. O início do processo de mistura propriamente dito é o abastecimento da moega (receptor das matérias-primas), que recebe um tipo de matéria-prima por vez, através da pá-carregadeira, aqui denominada PC. O operador de satélite, responsável por coordenar o abastecimento da moega, determina qual o produto a ser despejado e qual a quantidade de conchas. Por sua vez, o operador de painel, localizado próximo à moega, é o funcionário responsável por coordenar o processo anterior. Após ser liberado na moega, o produto é levado através de um elevador, aqui chamado de elevador de canecas, pelo qual é transportado até silos em que a matéria-prima será descarregada, na proporção de 3 tne para cada silo. Imediatamente antes de ser depositado nos silos, o fertilizante é peneirado com a finalidade de retirar-se a parcela de produto dispensável à mistura, como impurezas e produtos empedrados. Cada silo é alimentado por um distribuidor, de forma manual, manuseado pelo operador de satélite, com o objetivo de evitar que um silo receba mais de

uma matéria-prima, conseqüentemente contaminando a mistura final que será carregada nos caminhões.

Uma vez que os silos possuam a quantidade de matérias-primas necessárias para a mistura que foi definida no *setup*, é iniciado o processo de dosagem. Este, via de regra, mas não sempre, acontece por bateladas de 1 tne (1000 kg), ou seja, a balança de dosagem será alimentada por até 1 tonelada de matérias-primas que serão misturadas posteriormente. Como exemplo, se a mistura for um “NPK 20 00 20”, ou seja, apresentar teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, respectivamente nas proporções em questão, pode-se utilizar as seguintes quantidades:

- 334 kg de KCL (Cloreto de Potássio)
- 266 kg de Uréia
- 400 kg de SAM (Sulfato de amônia)

Respeitando-se as proporções de cada matéria-prima componente da mistura, a balança de dosagem é preenchida com os 1000 kg. Neste exato momento, a balança abrirá sua comporta, que irá despejar esta quantidade em um elevador que transportará as matérias-primas até os misturadores propriamente ditos. Passada a fase de mistura, o produto já pode ser expedido, quando então é levado por uma esteira e outro elevador até um silo, este de produtos prontos, com capacidade de armazenagem de 8 tne. Nesta fase ocorre a expedição do produto, quando o caminhão é posicionado logo abaixo da saída do silo em questão, permitindo que os *big bags* sejam carregados para posterior transporte aos clientes.

O fluxograma que resume o processo de carregamento, ensaque e mistura é o da Figura 7:



Figura 7 - Fluxograma de Ensaque e Mistura

Fonte: adaptado de Yara (2012)

7. PROCESSO ATUAL DE INVENTÁRIO E CUBAGEM

Neste capítulo, serão apresentados os métodos e premissas atuais utilizados para a realização do inventário na empresa.

7.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O INVENTÁRIO

Conforme procedimento interno da empresa, as unidades que possuem estoques de produtos acabados, matérias-primas e embalagens deverão realizar o inventário destes estoques em intervalo mensal, fazendo o registro de todas as verificações e contagens em uma planilha padrão. Por padrão, as unidades misturadoras da Yara realizam a limpeza da fábrica às segundas-feiras pela manhã, período este que é utilizado, também, para conferência dos boxes de insumos e produtos acabados. Considerando-se que sacarias e produtos acabados são itens de mais fácil medição e contabilização, as primeiras por serem em peças, e os últimos por terem o indicativo de peso na embalagem, o ponto crucial, e de maior dificuldade, é a gestão dos estoques de matéria-prima.

Na contabilização dos estoques de fertilizantes, o estoque contábil das pilhas é ajustado através da medição do estoque físico. Pelas normas internas da empresa, os ajustes de inventário devem ser feitos:

- a) quando o estoque contábil fica perto de zero (menor que 100 tne);
- b) quando o estoque físico fica perto de zero (menor que 100 tne);
- c) após o inventário mensal;

No recebimento de matérias-primas, via de regra, todos os insumos que estão chegando devem ser inventariados antes do início da descarga da embarcação. Independentemente de quando tenha sido feita a última conferência, é mandatório fazer o ajuste nas matérias-primas que alcancem o zero físico ou contábil.

Quanto à documentação, as unidades deverão elaborar e manter, em arquivo organizado, um demonstrativo das diferenças verificadas entre as posições físicas e contábil, mesmo quando as diferenças não forem objeto de acertos de estoque.

O fluxo do inventário, válido para todas as unidades, é o demonstrado na Figura 8.

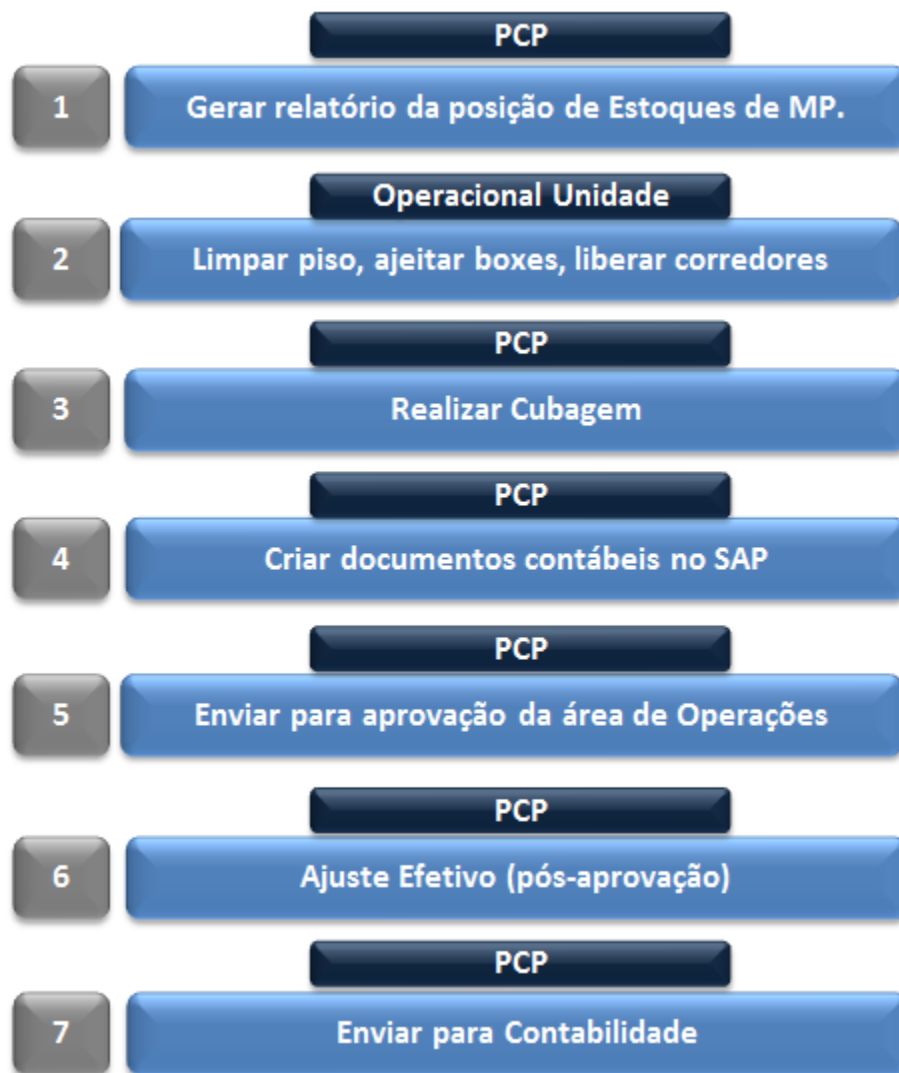


Figura 8 - Fluxo de Inventário atual

Fonte: o autor

Segue a descrição da atividade em cada etapa:

- 1. Gerar relatório da posição de estoques:** Nesta etapa, um funcionário do PCP fica encarregado de gerar e imprimir o relatório da posição contábil de estoques das matérias-primas armazenadas na planta. Este processo é realizado utilizando-se o ERP, SAP R/3, e extraindo-se o relatório de estoques. Importante reiterar que, de posse deste relatório, a quantidade contábil ainda pode ser alterada enquanto a cubagem dos boxes é realizada. Isto se deve ao fato de que é possível que notas fiscais

sejam lançadas neste íterim, consumindo matéria-prima. A Figura 9 exemplifica o relatório em questão:

Display Warehouse Stocks of Material					
Material	Material Description	Plnt	SLoc	Unrestr.	BUn
P7292G	00 00 60 KCL	POA1	0002	394,336	TNE
P7287G	00 45 00 40H2O 10Ca TSP	POA1	0002	0,000	TNE
P71ATG	00 46 00 39H2O 10Ca TSP	POA1	0002	57,627	TNE
P71B8G	01 18 00 11H2O 17Ca 10S (BASICO)	POA1	0002	0,000	TNE
P744PV	02 20 00 17Ca 11S	POA1	0002	805,344	TNE
P711ZG	03 15 00 12Ca8S 1B 1Cu 2Mn 2Zn (PMICROS)	POA1	0002	51,649	TNE
P7316G	11 52 00 46H2O MAP	POA1	0002	334,126	TNE
P7225G	12 52 00 46H2O MAP	POA1	0002	0,000	TNE
P7198G	13 08 00 7Ca 17S (BÁSICO)	POA1	0002	299,620	TNE
P712DG	15,4 00 00 18,3Ca 0,3B YL Nitrador	POA1	0002	404,305	TNE
P744HG	16 16 16 YM UNIK 16	POA1	0002	79,809	TNE
P7329G	18 46 00 41H2O DAP	POA1	0002	0,000	TNE
P7333G	21 00 00 24S SAM	POA1	0002	39,002	TNE
P6G1BV	27 00 00 4Ca 2Mg YB Nitromag	POA1	0002	26,151	TNE
PA383G	46 00 00 UREIA	POA1	0002	112,017	TNE
P7J78W	CALCARIO	POA1	0002	28,000	TNE
P7C43L	DUSTROL 5012	POA1	0002	0,000	TNE
P7C57L	NEELCOAT DS 5006	POA1	0002	2,781	TNE
P7C1RL	START ANTIDUSTING	POA1	0002	21,625	TNE
P7412P	UREIA TECNICA YARA	POA1	0002	0,000	TNE
P61C3V	VARREDURA NITROGENADA	POA1	0002	0,030	TNE
*				2.656,422	TNE

Figura 9 – Exemplo de relatório da posição de Estoques

Fonte: Yara (2013)

2. **Limpar piso, aqueitar boxes, liberar corredores:** Concomitantemente, a equipe de produção, no interior da fábrica, realiza a limpeza dos corredores e boxes. Fazem, também, o nivelamento das pilhas de fertilizantes. O maquinário e equipamentos de mistura e ensacadores também são limpados e verificados.
3. **Realizar cubagem:** A equipe de PCP que, via de regra, por procedimento da empresa, deve ser composta de dois colaboradores, realiza a cubagem propriamente dita, ou seja, a aferição do volume de fertilizantes na pilha, nos boxes que são escolhidos e em condições de receberem a equipe do inventário (com as pilhas em formas mais práticas de se trabalhar e com as bordas alinhadas).

4. **Criar documentos contábeis no SAP:** Nesta etapa, em um primeiro momento, as necessidades de ajustes verificadas servem de *input* para uma planilha padrão em que a situação de cada matéria-prima na unidade é detalhada. A contagem física é confrontada com o saldo contábil da MP, e a própria planilha, por base de cálculos já automatizados em que se considera a tolerância de 5% (ou 7% para OLI e SLZ), sugere a quantidade contábil a ser ajustada, buscando a conciliação com o saldo físico.

DOCUMENTO DE INVENTARIO PLANTA: PGU DATA: 09/09/2000 INVENTÁRIO N°: PGU 08		Matéria Prima Storage Location: 0002							BAE				Período Analisado	
Material	Material Description	Contagem							Qde para ajuste - ton	Custo Unitário R\$	Custo Total R\$	N° doc Sap	INICIO	FIM
		Saldo Contábil	Contagem Física Ton	Físico (-) Contábil	Tolerância Erro Medição	Ajuste -Ton	Físico vs contábil							
P711ZG	03 15 00 13Ca 9S 1B 1Cu 2Mn (PMICROS)	500,000	501,000	1,000	25,050	0,000	0,20%			0,00				
P746MG	00 20 00 12H2O 16Ca 11S	200,000	235,550	35,550	11,778	23,773	15,09%	47,102	580,69	27.351,66	6300624381	12-Aug-13	08-Sep-13	
P71ARG	00 19 00 15H2O 18Ca 8S SSP	16,000	17,200	1,200	0,860	0,340	6,98%	67,004	598,52	40.103,23	6300624381	12-Aug-13	08-Sep-13	

Figura 10 - Planilha Padrão de Documento de Inventário

Fonte: adaptado de Yara (2013)

As alçadas para aprovação estão no Quadro 3:

Quadro 3 - Alçadas de Aprovação

Valor do Ajuste (em R\$)	Hierarquia de aprovação
Até R\$ 50.000	Gerente da Unidade
Até R\$ 200.000	Gerente da Unidade + Diretor de Operações
Acima de R\$ 200.001	Todos os anteriores + CFO

Fonte: adaptado de Yara (2013)

5. **Enviar para aprovação:** A planilha gerada na etapa 4 é, então, encaminhada para a área de Operações (lotada no Escritório Central de Porto Alegre), via e-mail, para a conferência das justificativas de cada ajuste, análise dos custos envolvidos e aprovação, que é condicionada ao valor de cada ajuste, considerando-se as alçadas de aprovação (Quadro 3). Neste ponto, após aprovados os ajustes, o processo centra-se no SAP, na medida em que os documentos contábeis para conciliação das diferenças de contagem são criados, pela área de PCP, para indicar quais ajustes serão realizados.

Nesta fase o estoque ainda não é alterado, pois necessita da aprovação de nível superior.

6. **Ajuste efetivo (pós-aprovação):** Os documentos contábeis gerados, após aprovação geral da área de Operações, ou dos níveis hierárquicos superiores que forem requisitados, são remetidos ao gerente da unidade que aprovará – de fato – os ajustes. Este processo é realizado no SAP: cada documento de ajuste criado no ponto 5 passa pela aprovação do gerente industrial, que, ao aprovar, gera contabilização do estoque no ERP, ou seja, a matéria-prima, nesta etapa, é efetivamente modificada.
7. **Enviar para Contabilidade:** Ao fim do processo, as planilhas de todas as unidades, já conferidas e aprovadas em todas as instâncias, são enviadas ao setor de Contabilidade, para as análises finais.

Quanto à tolerância de 5% ou 7% citada anteriormente, é válido demonstrar, na prática, como são realizados, através de um caso exemplificado pelo Quadro 4:

Quadro 4 - Demonstrativo de Ajustes - Físico x Contábil

Etapa	Cálculo	Quantidade
a) Estoque Físico (cubagem)	Aferição Física por cubagem	1000 tne
b) Estoque Contábil (SAP)	Registro no ERP	1080 tne
c) Diferença	(b) – (a)	80 tne
d) Margem de erro	(a) * 5%	50 tne (1000 x 5%)
e) Diferença a ser ajustada	(c) – (d)	30 tne (negativo)

Fonte: adaptado de Yara (2012)

Compreende-se, pois, que, para um estoque físico em que foram aferidas 1000 tne através de cubagem, tendo-se um estoque contábil de 1080 tne e, considerando-se a tolerância, a conciliação desta diferença se daria através de um ajuste negativo de 30 tne. Em outras palavras, para cobrir as possíveis inconsistências de contagem, originadas de uma técnica que não apresenta garantia de precisão, é considerada esta tolerância (margem de erro).

7.1.1 Sobre o Método de Cubagem

Conforme já citado no corpo do trabalho, o foco de análise são os insumos propriamente ditos na produção das misturas, ou seja, as matérias-primas.. O estoque físico é estimado realizando uma aferição do volume da pilha, para posteriormente, de posse da densidade da matéria-prima, calcular a massa efetiva, já convertida em quilogramas ou toneladas.

Semelhante a outras indústrias, como as de grãos, rações e areia, o produto acabado fertilizante, assim como os insumos para as misturas, são comercializados em massa (toneladas), isto é, é necessária a conversão do volume, em metros cúbicos (cubagem), para a massa da matéria-prima. O processo de cubagem consiste em aferir a largura, altura e profundidade do acumulado de fertilizante que está nos boxes. A equipe do PCP, via de regra, formada por dois funcionários, divide as tarefas de forma que um destes meça as dimensões da pilha, enquanto o outro registra as informações em planilha auxiliar. O princípio é que se encontre o volume, convertendo-se o que está no box em figuras geométricas, de modo que, obtendo-se as medidas, conseqüentemente tem-se as dimensões cúbicas da pilha.

Com o auxílio de planilhas de apoio, em que formas geométricas são demonstradas (vide Figura 11), o profissional de PCP visualiza, de forma mais rápida e prática, à qual figura geométrica o monte de fertilizante, ou parte deste, se associa. Aliada a esta planilha, o instrumento utilizado atualmente nas unidades da Yara é a trena a laser. As aferições de altura, largura e profundidade são estabelecidas através deste instrumento que, embora seja mais moderno e funcional que uma trena tradicional, não provê garantia de 100% de acurácia. Soma-se a isto o fato de que este método não evita que os colaboradores tenham de subir nas pilhas de fertilizantes, o que, além de antiquado, incorre em riscos para a segurança destes. Cabe citar que a Yara, em nível mundial, promove forte campanha institucional a favor da segurança.

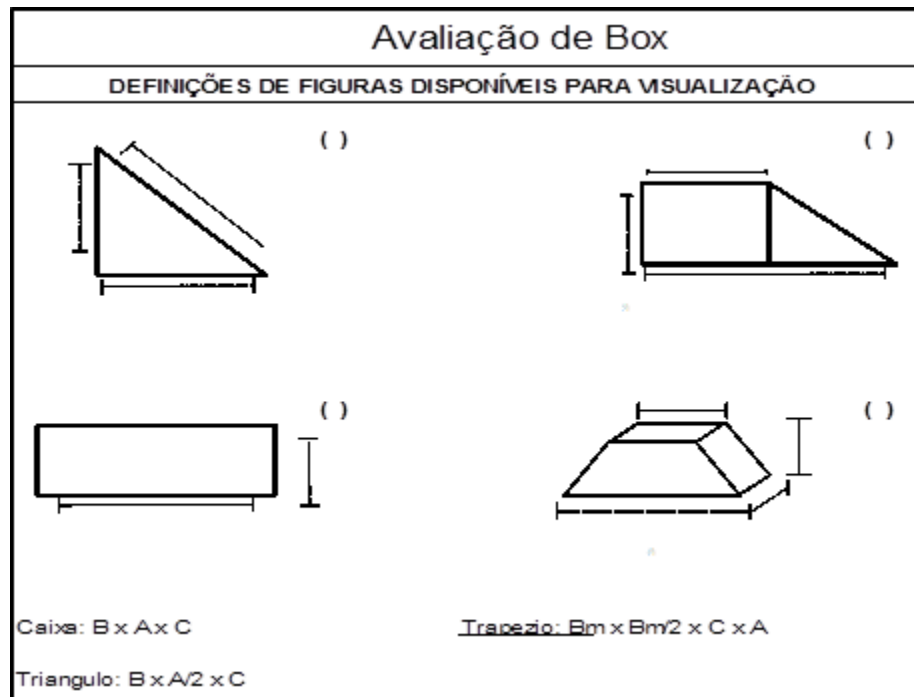


Figura 11 - Planilha auxiliar de formas geométricas

Fonte: Yara (2012)

De forma resumida, realizar a cubagem de um box significa quantificar uma determinada massa de matéria-prima, através do volume que esta ocupa no espaço, relacionando-a diretamente com sua densidade e composição. Correlacionar a forma da pilha a uma figura geométrica (prisma, cones, caixas) é o meio mais coerente, para este caso, de se identificar o volume. Para que se tenha melhores resultados das quantidades verificadas, é importante que as pilhas de fertilizantes estejam arranjadas o mais próximo possível das figuras geométricas, caso contrário, será necessário por parte da equipe de PCP um grande nível de bom senso, que, em geral, vem somente por meio da experiência nesta área.

A medição da altura é um fator extremamente importante e deve ser a mais precisa possível. Com o intuito de obter maior precisão, a equipe de PCP utiliza-se de métodos como segregar a pilha em figuras geométricas menores, como no exemplo da Figura 12.

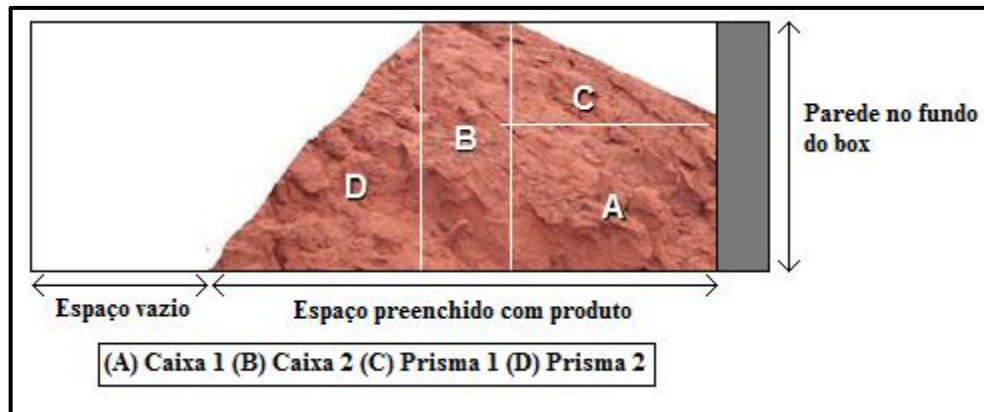


Figura 12 - Exemplo de visualização das formas geométricas

Fonte: adaptado de Yara (2013)

Nos boxes onde existam paredes na parte de trás, efetua-se a cubagem de uma “caixa”, embaixo, outra central, se possível, e outras figuras complementares, tantas quantas forem necessárias (Figura 12). O cálculo é de simples compreensão: o espaço que está vazio mais o espaço preenchido com o produto deve ser igual ao comprimento total do box. Todavia, conforme dito anteriormente, é um método antiquado que não garante precisão e exige esforço físico e mental dos funcionários de PCP, na medida em que estes têm de subir nas pilhas por muitas vezes, causando, em um primeiro momento, uma falha no quesito segurança, e em segundo lugar, desgaste, pois é necessária muita concentração para distinguir e visualizar as formas geométricas possíveis.

Fator importante, a densidade da matéria-prima não pode ser considerada um coadjuvante do processo, visto que mínimas variações neste indicador já são capazes de alterar significativamente o resultado final da cubagem, gerando desvios na conciliação do estoque físico *versus* contábil. Quando armazenado por grandes períodos, uma considerável parte dos produtos tende a apresentar maior grau de compactação, o que aumenta sua densidade em um determinado volume. É comum as pilhas de fertilizantes apresentarem segmentos “empedrados”, em áreas onde o produto não sofreu movimentações por certo tempo.

Por procedimento interno, a densidade deveria ser atualizada a cada importação de matéria-prima que chegasse aos portos e fosse descarregada nas plantas, todavia isso não é necessariamente o que ocorre em todas as unidades, evidenciando outro ponto que afeta o

controle sobre os estoques. É padrão que, a cada nova aferição da densidade, a planilha com a base das medições deve ser atualizada pelo PCP.

Sempre que solicitado pelo PCP, o laboratório, seja ele próprio da unidade, ou em outra (visto que nem todas possuem laboratório próprio), é realizado o teste de densidade dos sólidos. Segundo o Manual de Densidade dos Sólidos, solicitado à Coordenadora do Laboratório da UM de Porto Alegre, senhora Mara, de forma sintetizada, são coletadas duas amostras e realizados dois testes, que não serão detalhados aqui, por não ser o foco de pesquisa do trabalho. Um dos testes é o da Densidade Livre, em que se preenche um recipiente com volume previamente estipulado até a borda, e pesa-se esta amostra. A relação massa dividida pelo volume fornecerá a densidade. O outro teste é chamado de Densidade Compactada, em que a amostra coletada é inserida no recipiente e então compactada com uso de um instrumento chamado agitador mecânico, o que conseqüentemente possibilita que mais material sólido seja colocado no recipiente. Novamente, o material é pesado e a densidade é aferida. Por último, é realizada a média aritmética das duas amostras, e tem-se a densidade média, que é a utilizada para alimentar a planilha das densidades.

7.1.2 Preparação Física da Unidade

Pelo fluxo exposto na Figura 8, temos o entendimento de que, às segundas-feiras pela manhã, as unidades da Yara passam pela limpeza de seus corredores, boxes e maquinários, de modo a facilitar a checagem dos insumos armazenados. Os funcionários da área da fábrica varrem o chão e utilizam a PC para alinhar a borda dos montes de fertilizantes, com o objetivo de evitar que a “saia”, termo utilizado no segmento para referir-se à borda da pilha, fique disforme. Por vezes, é realizada a remontagem do monte com a PC, empilhando-se quantidades em uma determinada porção do box, ou então distribuindo-as mais uniformemente pela extensão do armazém.

Como se pode ver, matérias-primas arranjadas como na Figura 13 dificultam o processo atual de cubagem, que por si só já é antiquado e desconsidera vários pontos do monte. A Figura 14 exemplifica de forma mais clara uma pilha arranjada de forma correta para a cubagem:



Figura 13 - Exemplo de "Pilha ruim" para Inventário

Fonte: Yara (2012)



Figura 14 - Exemplo de "Pilha boa" para Inventário

Fonte: Yara (2013)

É regra de ouro da empresa que, enquanto a limpeza estiver sendo realizada, junto com o inventário, as máquinas estejam desligadas e nenhum veículo esteja operando no interior da planta, garantindo que os funcionários que lá estão fiquem em segurança.

7.1.3 Utilização do Módulo MM no ERP

A Yara Brasil Fertilizantes utiliza o SAP para gerenciar seus processos de forma mais eficiente e adequada à vasta gama de informações que são captadas e analisadas, em todas as áreas da empresa. Especificamente para o processo de inventário é utilizado o módulo MM, de *Material Management*, para, entre outras possibilidades, gerar relatórios sobre a posição de estoque de qualquer material produtivo, aumentar ou diminuir o saldo destes materiais e receber ou expedir mercadorias nas unidades. As contabilizações de estoque que irão alterar o resultado da companhia efetivamente são feitas, com auxílio das planilhas de inventário, no ERP. Outros programas satélites são utilizados também pelos usuários, tanto das unidades quanto do Escritório Central. Aqui, não serão expostos em detalhes os procedimentos relativos ao inventário dentro do SAP, todavia sua importância é enorme para a empresa.

7.1.4 Demonstração dos Resultados Obtidos

Em visita à unidade de Porto Alegre, realizada no dia 14 de outubro de 2013, o autor do presente trabalho acompanhou o processo de inventário, no que tange à cubagem dos boxes. Acompanhado do Coordenador de Logística e PCP, senhor Leandro, e dos assistentes de PCP, senhores Paulo e Rodrigo, foi realizada a medição dos volumes de matéria-prima. Em período prévio a esta visita, o autor entrou em contato, via e-mail, com os referidos funcionários, por meio de entrevista semiestruturada que, como exemplo, encontra-se exposta no Apêndice, ao fim do trabalho. Anterior à ida ao armazém, o senhor Leandro extraiu o relatório da posição de estoque das matérias-primas internadas na planta, via ERP, que levaria consigo durante o processo. Munido de uma trena a laser, Paulo deslocou-se até as pilhas, aferindo a altura, largura e profundidade dos boxes, que, no caso da referida unidade, não apresentam estrutura das mais adequadas, visto que muitas vigas já estão “empenadas” pelo

decorrer dos anos e ação dos fertilizantes minerais sobre estas. Notou-se que a forma dos boxes dificulta claramente a cubagem, pois prejudica a aferição mais precisa das medidas.

Do mesmo modo, como consequência da descarga aérea e via caminhão-caçamba, assim como por ação direta da precária estrutura dos boxes, a disposição das matérias-primas apresentou-se irregular: maiores quantidades em um determinado lado, bordas das pilhas disformes, o que acabou ocasionando um enorme desnivelamento do produto, enquanto insumo estocado. Por conseguinte, a falta de nivelamento criou dificuldades para que os funcionários visualizassem (e dividissem) as possíveis formas geométricas nas quais os produtos se apresentariam dispostos, ainda que todos os três profissionais citados possuíssem anos de experiência nesta atividade. Estas foram condições que representaram claramente a dificuldade e falta de precisão decorrentes do método utilizado para medição de volumes de estoque na empresa. Por vezes, os senhores Leandro, Paulo e Rodrigo tiveram de subir nas pilhas de fertilizantes, gerando riscos a sua segurança, indo de encontro às normas da companhia.

Simultaneamente à medição dos volumes pelo senhor Paulo, o colaborador Rodrigo carregava consigo a planilha com as densidades e a planilha com as formas geométricas e anotava os resultados obtidos por Paulo. Com auxílio de calculadora, utilizava a densidade para converter os volumes de cada pilha em massa (toneladas). Um fato que foi verificado é que, certas vezes, a pilha não era medida por cubagem, mas sim “a olho nu”, com base na experiência do funcionário. Por óbvio, por mais experiência e conhecimento que se tenha neste processo, este método é ainda menos acurado. Outra observação percebida na ida a campo dá conta de que o simples fato de a equipe de inventário tomar conhecimento anterior das quantidades em estoque de cada matéria-prima já abre margem para erros na medição. Por exemplo, sabendo-se que a posição de estoque de determinado insumo é da ordem de 320 tne, ao realizar a cubagem, o funcionário do PCP pode tentar aproximar o valor encontrado através de cubagem com o valor contábil (320 tne) extraído do último relatório do SAP. Inevitavelmente, esta ação prejudicará a acurácia do processo como um todo.

A Figura 15 ilustra os colaboradores subindo parcialmente na pilha para realizar a contagem física do box.



Figura 15 - Realização de Cubagem - UMPOA

Fonte: o autor (2013)

Mesmo considerando-se que a UMPOA está sendo parcialmente desmontada, aos poucos, ao passo que uma nova estrutura fabril já está quase concluída, há de ser considerada a dificuldade de realizar a cubagem em um box como o da Figura 16. Ressalta-se, aqui, que a mesma condição de box pode ser encontrada em outras unidades.



Figura 16 - Box desnivelado UMPOA

Fonte: o autor (2013)

Importante ressaltar, também, que a unidade não mantém um padrão para a atualização das densidades dos produtos estocados. Em contato com a Coordenadora do Laboratório da UM de Porto Alegre, senhora Mara, foi constatado que a solicitação para testes de densidade não segue um prazo definido. Em geral, é solicitado antes do inventário, todavia não é um processo formal que é seguido à risca.

Os resultados obtidos, após a cubagem de 13 boxes, apontaram que nenhuma matéria-prima necessitaria de correção do estoque contábil. Isto se deve ao fato de a tolerância estar abaixo dos 5% permitidos como margem de erro para a contagem física. Ainda que os gestores tenham autonomia para não acatar a sugestão de ajuste, que nesse caso foi nula em virtude da tolerância, a opção por não alterar o saldo contábil dos produtos pode mascarar a necessidade de ajustes, que viriam a ser feitos futuramente. Considerando que o método não garante grande precisão, é difícil afirmar que a decisão foi correta ou incorreta, pois só se obtém 100% de certeza sobre quanto se tem disponível em cada box quando o material é “zerado”, seja física ou contabilmente. Por exemplo, se a quantidade de determinado produto for nula no estoque físico, saberemos com certeza que este produto deverá ser zerado também no estoque contábil.

A Figura 17 resume os ajustes de cinco produtos, aqui denominados “Produtos 1 a 5”. As quantidades foram alteradas, por motivos de proteção aos dados da empresa.

Material Description	Saldo	Contagem		Físico	Tolerância	Ajuste -Ton	Físico vs	Qde para ajuste - ton
	Contábil	Física	Ton	(-) Contábil	Erro Medição		contábil	
Produto 1	53,066	55,068		2,002	2,753	0,000	3,64%	
Produto 2	9,345	9,345		0,000	-0,467	0,000	0,00%	
Produto 3	121,311	127,256		5,945	6,363	0,000	4,67%	
Produto 4	188,345	198,120		9,775	9,906	0,000	4,93%	
Produto 5	140,705	134,544		-6,161	-6,727	0,000	-4,58%	

Figura 17 - Relação de ajustes Outubro UMPOA

Fonte: adaptado de Yara (2013)

De modo geral, as demais unidades realizaram ajustes em seu inventário durante o mês de outubro. Todavia, o problema da falta de precisão do método afeta do mesmo modo a empresa.

Estendendo-se os resultados e considerações obtidas aqui para as outras unidades da Yara pelo Brasil, pode-se notar que os problemas decorrentes da falta de controle e precisão sobre o inventário se multiplicarão, ainda que algumas unidades possam apresentar condições melhores, em termos de estrutura de boxes e acondicionamento de matérias-primas.

7.1.5 Análise dos Pontos Críticos do Processo

Os pontos críticos decorrentes do processo de cubagem realizado atualmente são descritos a seguir:

- Falta de precisão na medição do volume;
- Se a densidade não é constantemente atualizada, desvios são gerados;
- Formato dos boxes pode não favorecer a cubagem;
- Tolerância a erros pode ser desconsiderada. Isto pode levar a grandes ajustes (perda de dinheiro), pois se não se ajustar e isto acumular, pode ser prejudicial;
- Fato curioso da cubagem é que, apesar de o funcionário do PCP adquirir experiência no processo com o decorrer do tempo, ou seja, ser capaz de “aferir” a massa da pilha sem os instrumentos, isto pode se revelar um vício prejudicial ao processo, na medida em que se pode “deixar” de realizar a cubagem, ainda que não

seja a técnica mais precisa, e acatar o número visto “a olho nu”, tornando a apuração ainda mais imprecisa;

- Outro ponto é: se o colaborador do PCP que estiver realizando a medição do volume obtiver acesso aos saldos contábeis do estoque, este pode tentar “mascarar”, intuitivamente, ou aproximar o valor que encontrou na cubagem. Isto acontece não com rara frequência e é prejudicial;
- Por procedimento interno da empresa, a densidade deve ser atualizada a cada importação. Estatisticamente, em pesquisa feita pelo autor, apenas 20% das unidades seguem um padrão para a atualização da densidade;
- Conforme exposto anteriormente, segundo a Coordenadora do Laboratório de Porto Alegre, especificamente na UMPOA, é solicitado ao laboratório, esporadicamente, sem período definido, que seja feita a análise da densidade dos produtos nos boxes. Este método seria o mais indicado, pois atualiza a densidade em intervalos menores de tempo;
- As matérias-primas sofrem alterações em seus preços e custos em períodos pré-determinados (semanalmente). Realizar ajustes errôneos pode prejudicar a saúde financeira da empresa, pois pode sobre ou subvalorizar o estoque, afetando diretamente o resultado e o preço de venda dos produtos.
- Questão chave no âmbito organizacional da Yara, apesar de a segurança das pessoas ser prezada ao extremo, esta ainda não é totalmente garantida durante a realização da cubagem. Por maior que seja o uso de uniformes de proteção e EPI (equipamentos de proteção individual), sempre há o risco de acidentes durante o ato de subir ou descer das pilhas.

7.2 LEGISLAÇÃO SOBRE QUEBRAS EM CARGAS A GRANEL

A base legal que suporta a necessidade dos ajustes se dá pelo artigo 291 do Regimento do Imposto de Renda, de 1999. O referido texto legal prevê a dedutibilidade das quebras e perdas razoáveis, de acordo com a natureza do bem e da atividade, ocorridas durante a fabricação, no transporte e no manuseio. Conforme documento interno de procedimento de inventário da Yara Brasil, no que diz respeito ao âmbito fiscal deste processo, o conceito de razoabilidade está atrelado diretamente a:

a) à natureza do bem: por exemplo, é admissível a perda de alguns litros de álcool, mas não é admissível, salvo circunstâncias excepcionais, a perda de alguns veículos automotores.

b) à natureza da atividade: na atividade a granel, as variações normalmente são maiores do que na atividade em que os bens são considerados unitariamente.

A lei fiscal, para o caso de diferenças de quantidade, também não estabelece qualquer formalidade específica de comprovação das quebras e perdas de estoque, com vistas à sua dedutibilidade no cálculo do lucro tributável.

Em acórdão (nº 103-18466), existe o entendimento de que "somente as perdas reais ou efetivas podem ser consideradas, cabendo ao contribuinte, no caso de perdas na fabricação, no transporte ou no manuseio, comprovar sua ocorrência e extensão, sendo livre a forma da prova", e acrescentando que "a razoabilidade da quebra não dispensa a prova".

Embora não exista meio específico de prova, o contribuinte deve apresentar as provas que puder. A falta de comprovação, mesmo sendo reduzidas as porcentagens de quebras e perdas, leva à glosa destas, pois o fisco entende que a não comprovação inviabiliza a avaliação da razoabilidade das mesmas (acórdão 101-94671).

Sendo assim, é necessário cuidado com o registro e a comprovação das quebras de estoque porque há o risco de que a perda, que seria custo dedutível, acabe sendo considerada receita tributável, e acrescentando-se a isto multa e juros. Esta é a importância dos documentos de ajuste de estoque. Em caso de fiscalização, a Yara terá de apresentá-los se houver questionamento pela autoridade fiscal.

8. BENCHMARKING

Foi realizada pesquisa com outras empresas, de fertilizantes e de setores distintos ao de fertilizantes, porém com semelhança física em seus produtos estocados a granel. O resultado inicial esperado era que se aproveitassem técnicas e métodos possíveis de serem reproduzidos nas plantas da Yara. Entretanto, nem todas as técnicas foram avaliadas como viáveis para apropriação pelo PCP da Yara, uma vez que resultariam nos mesmos problemas e entraves à precisão, segurança e praticidade que já ocorrem. Notou-se, todavia, que certos métodos de medição de volumes presente em outras organizações servem de exemplo para a Yara no que se refere às melhorias possíveis para o método de inventário.

8.1 NPK FERTILIZANTES

A Yara Brasil Fertilizantes adquiriu importante empresa do mesmo segmento no decorrer de 2013, a Bunge Fertilizantes, aqui denominada NPK Fertilizantes. A empresa era parte de um grupo de agronegócios, alimentos, ingredientes, açúcar e bioenergia. Em julho de 2013, foi realizada uma visita à unidade de Cruz Alta. Na ocasião, uma auditoria externa foi contratada para avaliar a posição de estoque desta recém adquirida empresa, em todas as suas unidades no Brasil. Este processo será descrito na seção 8.4.

Em contato com o senhor Welder, responsável pelo controle e gestão dos inventários das plantas da NPK, o autor teve contato com o procedimento formal de inventário da empresa. Em princípio, o método utilizado é muito semelhante: é realizada a cubagem dos montes, com prévio conhecimento das densidades. Na referida visita à planta de Cruz Alta, foi possível notar que, do mesmo modo, os instrumentos utilizados são basicamente os mesmos: trena tradicional ou trena a laser. Isto é, a medição volumétrica esbarra, também, na falta de acurácia e segurança.

Quanto à estrutura organizacional responsável pelo processo de inventário, este diverge um pouco da estrutura existente na Yara, em que pese a falta de autonomia do pessoal das unidades para realizar os próprios ajustes, uma vez que todos são avaliados, aprovados e lançados por uma área central, a Controladoria de Operações, lotada em um único local físico.

À exceção da técnica de medição dos volumes, que é muito semelhante, há alguns pontos do processo que são diferentes e valem ser ressaltados:

- O inventário físico é aferido por cubagem, entretanto existem equipes especializadas e específicas para a realização deste. Estas equipes rodam pelas plantas por todo o Brasil, de forma trimestral.
- Cada box é medido duas vezes, por pessoas distintas. Após, é calculada a média de cada medição e, se a diferença entre estas duas for inferior ou igual a 3%, então o resultado é considerado válido. Caso contrário, o processo é repetido até que se encontre uma concordância de valores.

Pôde-se inferir a possibilidade de ocorrência de problemas: a técnica utilizada é a mesma, apenas o método de avaliação e apropriação dos resultados é distinto. Este processo pode ter duas vias: ser mais preciso, porém também demandar mais tempo por parte das equipes de inventário, apesar de que, com a existência de equipes próprias para realização de inventário, o PCP das unidades ficaria voltado para outras tarefas. A necessidade de conciliar os valores aferidos pelas duas pessoas pode, certamente, levar à ocorrência de tentativas de aproximar as apurações, pois estas podem ser refeitas, inúmeras vezes, até que se chegue a um encontro de ideias.

De modo geral, os pontos positivos a serem aproveitados pela Yara ficariam mais em função da forma como o processo é executado, no que tange, principalmente, às equipes próprias para inventário, e não em alguma mudança de técnica de aferição de volume das pilhas de fertilizantes.

8.2 EMPRESA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL – EMPRESA X

Para a realização deste estudo, foi feita, também, entrevista semiestruturada com o representante de uma empresa de alimentação animal, aqui denominada Empresa X, sediada em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, senhor Fábio Gewehr, gerente de logística. Como forma de exemplificar ainda mais o problema da aferição de volumes de produtos a granel em pilhas, foi realizada pesquisa para identificar as possíveis semelhanças e diferenças da referida empresa em relação à Yara.

Esta organização teve sua primeira fábrica fundada em 1979, em São Leopoldo, voltada para o segmento de alimentação animal, utilizando-se de alta tecnologia em um sistema de produção prático e seguro. Atualmente, a empresa possui cinco unidades fabris em localizações estratégicas, permitindo que tenha atuação em todas as regiões brasileiras. Sua gama de produtos compreende mais de 500 itens voltados à nutrição animal, entre rações, concentrados, núcleos e pré-misturas, sob forma de farelados, paletizados, e laminados.

Quando questionado sobre qual era o método utilizado para aferir o volume das matérias-primas estocadas, o senhor Gewehr revelou que em certas unidades os produtos eram estocados já sob a forma de ensacados, o que facilitava a contagem e gestão de estoque. Entretanto, o fato semelhante é que, em algumas unidades de São Leopoldo, os materiais eram armazenados sob a forma de granéis e, segundo o entrevistado, isto gerava muita dificuldade nas medições. O entrevistado informou que o método era semelhante ao realizado pela Yara, mas não era dado o mesmo grau de importância a esta atividade, até pelo fato de que a quantidade estocada é bastante inferior.

Além destas informações, o autor encontrou dificuldades para obter mais dados relevantes para a pesquisa, como relatos de funcionários de outras áreas mais diretamente ligadas à gestão de estoques, bem como fotos. A empresa não possuía procedimentos formais que discriminassem o processo de medições. Desta forma, serviu, neste estudo, como exemplo de organização que possui dificuldades em aferir seus volumes de matéria-prima, no caso, as rações.

8.3 EMPRESA DE SAL MARINHO – EMPRESA Y

Igualmente às seções acima, o autor realizou entrevista semiestruturada com o Supervisor da Unidade Misturadora de Cubatão, senhor Fábio Oliveira, que já foi colaborador em uma organização do ramo de sal, denominada Empresa Y neste trabalho, e orientou o contato com o representante da salineira, senhor Sérgio. A empresa, fundada em 1973, possui instalações no Rio Grande do Norte e produz e comercializa cerca de 350 mil toneladas de sal marinho por ano (segundo dados de *site* próprio), em suas mais variadas formas.

A grandeza dos estoques, comparada à das mineradoras, caso já exposto no trabalho, revela o potencial problema da aferição de volume e da posterior conciliação dos saldos físico

e contábil. Revela-se, do mesmo modo, as possíveis dificuldades para determinar as densidades das matérias-primas, em virtude da umidade e compactação, agravadas ainda mais pelo fato da armazenagem externa.

A Figura 18 demonstra uma pilha de sal, armazenada na salina do Rio Grande do Norte. Pôde-se notar a superioridade, em termos de tamanho, desta pilha em relação à de fertilizantes. Um ponto comum, entretanto, é o “empedramento” do sal, que ainda sofre as intempéries do ambiente, visto que é estocado externamente.



Figura 18 - Pilha de sal a granel

Fonte: site da Empresa Y

Em contato com o senhor Sérgio, gerente de Gestão da Qualidade na empresa, foram questionadas as técnicas utilizadas, e quais as maiores dificuldades de se medir pilhas de sal em grandes quantidades. O autor teve contato com o procedimento de inventário oficial da salineira, cujo ponto comum com o da Yara fica por conta da necessidade de aferição do volume para posterior conversão em massa (toneladas) das pilhas. Além disso, para avaliação do volume das pilhas de sal grosso a granel, estas são niveladas geometricamente e, posteriormente, são coletados dados: através do levantamento das áreas, de base e superior, é estabelecida a área média e o volume é calculado por meio da altura das pilhas. Conforme informado pelo senhor Sérgio, as pilhas tendem a apresentar o formato de um trapézio, o que

justifica a fórmula do volume como sendo a soma das áreas inferior e superior, divididas por dois e multiplicadas pela altura da pilha. Mais uma vez, tal qual acontece com fertilizantes (e com minérios de ferro, como será tratado no Capítulo 8.5), para a determinação da massa é utilizado o fator densidade.

Ao ser questionado sobre a dificuldade que as pilhas disformes trariam, o senhor Sérgio afirmou que, sim, a deformidade das pilhas gera problemas na medição, e que estas são remanejadas com uso de trator de esteiras, para que fiquem o mais regulares possível. As medições são realizadas sobre as pilhas, ou seja, é necessário escalar e subir. A empresa possui um profissional topógrafo que executa as aferições, fazendo uso de trena de agrimensor e nível topográfico, um instrumento para medição topográfica. A estimativa para a margem de erro varia em torno de 5% a 10%, considerando o uso dos equipamentos e métodos citados anteriormente.

Os pontos interessantes ficam por conta do uso de equipamentos específicos para medição topográfica das pilhas, evidenciando a preocupação com uma maior precisão das medidas de volume, assim como da presença do topógrafo, profissional que compõe o quadro da empresa e é responsável pelo manejo dos equipamentos e medições. Contudo, o processo é longo e cansativo, segundo o relato do gerente de Gestão da Qualidade.

8.4 AUDITORIA EXTERNA – EMPRESA Z

A empresa pesquisada nesta seção, dita Empresa Z neste trabalho, já presta os serviços de *survey* (análise dos produtos descarregados) nos portos, quando do desembarço dos produtos, para a Yara. Conforme o *site* da referida organização, esta foi fundada em 1878 em Rouen, na França, prestando, de início, serviços de inspeção agrícola aos comerciantes de grãos na Europa. Em 1919, foi registrada em Genebra, na Suíça, e suas ações foram negociadas pela primeira vez na Bolsa de Valores da Suíça, em 1985. Possui, atualmente, dez segmentos de negócios, operando em dez regiões geográficas, com atuação internacional.

Em seu *site*, notou-se que a companhia presta serviços de auditoria, certificação, inspeção, consultoria, testes, treinamentos, e verificação para empresas dos segmentos de produtos agrícolas e alimentos, automotivos, produtos químicos, construção, bens de consumo e varejo, energia, finanças, manufatura industrial, ciências biológicas, mineração, logística,

petróleo e gás e para o setor público. Mais a fundo, dentro da seção de produtos agrícolas e alimentos, há uma seção dedicada para fertilizantes, em que são oferecidos serviços analíticos, de inspeção e de amostragem mecânica.

Conforme citado na seção 8.1, em julho de 2013 o autor acompanhou a auditoria de estoques realizada pela referida empresa na unidade de Cruz Alta, Rio Grande do Sul, da NPK Fertilizantes, adquirida recentemente pela Yara. Foi possível observar que o desenvolvimento do processo apontou que a empresa fez uso de técnicas semelhantes para a cubagem dos volumes: após a limpeza e remanejamento das pilhas pelos funcionários da planta, objetivando manter um padrão no alinhamento dos fertilizantes, o representante da empresa de auditoria fez uso de uma trena a laser, uma prancheta para anotações, e um iPad, *tablet* da Apple®, usado para tirar fotos das pilhas. A densidade de cada matéria-prima foi coletada por funcionários da Yara e enviadas para análise posterior pelos laboratórios da auditoria.

Foi observado que o nível de detalhamento da coleta de dados foi maior: foram coletados mais pontos que formariam, posteriormente, uma projeção em 3D para ser visualizada no computador. Inicialmente, cada box foi fotografado. A seguir, o auditor dividiu cada pilha, de acordo com seu tamanho, em uma ou mais seções verticais, sendo que em cada uma foram coletados pontos verticais, desde a borda do monte até o topo, na parte frontal. Como a parte traseira do box não era exatamente igual à parte frontal, foi necessário, por parte do auditor, que subisse no topo dos montes, para avaliar e medir, da mesma forma, esta seção. Cada ponto aferido pela trena a laser era anotado na prancheta, em que previamente havia sido desenhada, de forma sintética, a figura e a forma do box. Figura 19 e Figura 20.



Figura 19 - Medição de volume com trena a laser e prancheta

Fonte: o autor (2013)



Figura 20 - Divisão de seções

Fonte: o autor (2013)

Posteriormente, os resultados de cada box em cada unidade foram enviados em forma de relatório digital, com os dados expostos em termos de volume, massa (conversão realizada através das densidades das amostras coletadas) e projeções 3D para a área de Operações da

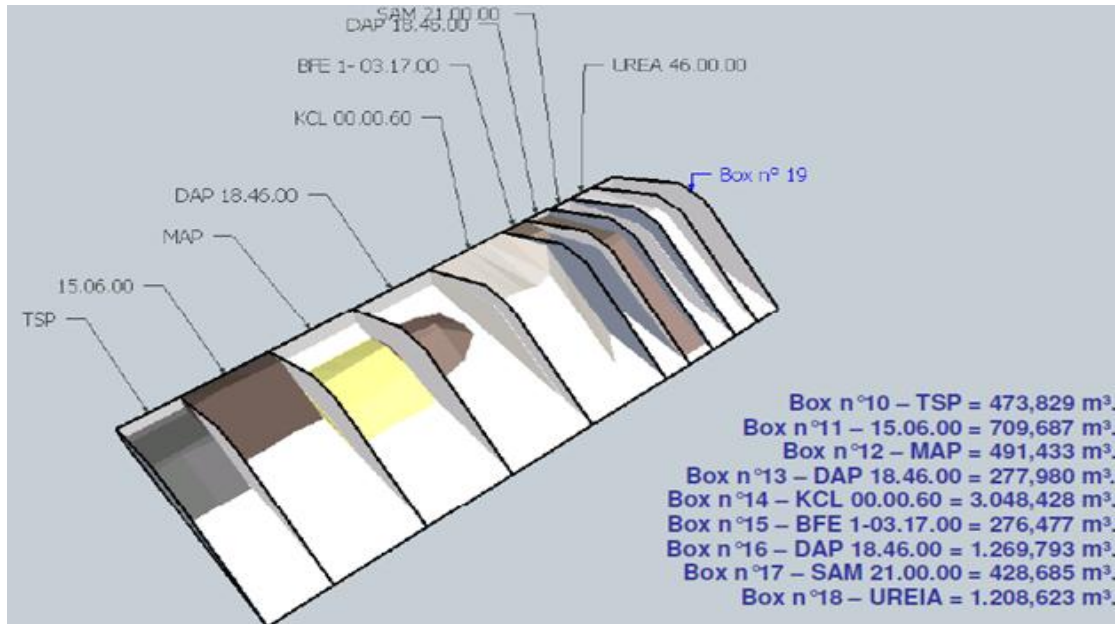


Figura 22 - Representação 3D dos volumes de fertilizante

Fonte: Empresa Z (2013)

Como se pôde notar, foi feita a representação digital da área de cada box, juntamente com a área ocupada pela pilha de fertilizantes. A empresa, através de uma apresentação de sua metodologia de trabalho, estimou uma margem de erro em torno de 2%, o que já garantiria mais precisão que o método empregado atualmente pela Yara, considerando que ambas técnicas utilizam o mesmo equipamento, a trena.

O autor estimou, através de pesquisa interna, que os custos relativos à contratação desta auditoria para levantamento de estoques foi em torno de R\$ 200.000,00, para 25 unidades (da NPK Fertilizantes), o que leva a um investimento médio de R\$ 8.000,00 por planta. Todavia, há de se considerar que o tempo gasto para as medições e apresentação de resultados foi relativamente alto, e o quesito segurança, o mais importante sob os olhos da Yara, não foi garantido por completo, visto que os inspetores tiveram, também, de subir nas pilhas, algumas com 20 metros de altura.

De forma sintetizada, a empresa apresentou um método que gera ganhos em precisão, mas que requer um tempo maior e maiores cuidados para ser realizado, assim como não observou a regra de segurança da Yara. Se fosse contratada para realizar o inventário mensal de todas as dez plantas – somente Yara – o investimento, em termos de custos, seria possivelmente viável para a empresa, entretanto o fator agilidade nos resultados seria variável e talvez não rápido o suficiente, o que não compensaria, pois atrasaria as conciliações do

estoque, impactando no resultado final da companhia, uma vez que se estaria na dependência dos processos de análise da auditoria.

8.5 EMPRESAS DE MINÉRIO DE FERRO

No decorrer da pesquisa exploratória deste trabalho, verificou-se que empresas de minério de ferro, assim como as de sal, apresentam condições semelhantes às de uma empresa de fertilizantes, no que tange à questão da gestão de estoques. As matérias-primas armazenadas em pátios são pesadas antes de serem estocadas e pesadas quando carregadas para entrega aos clientes, assim como na Yara. Do mesmo modo, o processo de contabilização dos estoques é semelhante: o estoque contábil é ajustado através da medição do que se possui em estoque físico. Este último é estimado por meio de medição topográfica das pilhas e conversão dos volumes aferidos em massa, fazendo uso da densidade aparente da pilha.

Como forma de controlar a massa real de material estocado, fator importante para a correta contabilização dos estoques, muitas mineradoras de ferro fazem uso de medição topográfica para a determinação volumétrica. Os órgãos internacionais que auditam e certificam as empresas de mineração, como meio de garantir que as reservas físicas destas são verídicas na bolsa de valores, aceitam esta metodologia atualmente (REIS, 2011).

Analogamente ao que é realizado na Yara, a conciliação do estoque requer que o volume medido por meio topográfico seja convertido em massa (toneladas), considerando a densidade do material na pilha. As metodologias utilizadas nas mineradoras para determinação da densidade em pilhas ainda apresentam deficiências, acarretando diferenças no processo de conciliação contábil, o que gera margem para que se comprometa a determinação dos estoques e contabilização da produção (REIS, 2011).

Conforme essa autora, no processo de determinação do estoque físico dos minérios estocados nos pátios, a determinação do volume das pilhas não apresenta problemas. Os métodos de medições topográficas adotados atualmente proporcionam medir o volume das pilhas com grande precisão. As dificuldades surgem na transformação dos valores de volume em valores de massa, já que a densidade do minério em uma pilha apresenta diferenças que dependem de uma série de variáveis. Ainda segundo Reis (2011), a densidade, também conhecida como massa volumétrica de um corpo, é definida como sendo a razão entre a massa

e o volume deste corpo. De tal modo, pode-se afirmar que a densidade mede o grau de concentração de massa em um determinado volume e demonstra uma característica física.

Assim como ocorre com os fertilizantes, há diversos fatores que influenciam a determinação da densidade a granel, o que contribui para que o estoque contábil nem sempre corresponda ao estoque físico, mesmo que a medição de volumes seja bastante precisa. Estes fatores são: umidade, compactação e método de formação de pilhas.

Segundo Cavalcanti (2009, *apud* REIS, 2011), a aferição da forma geométrica das pilhas de minério é mensurada através de medições topográficas. Nas aferições topográficas procede-se com a coleta das coordenadas georeferenciadas (X, Y, Z) de um número de pontos. Através da coleta da nuvem de pontos, torna-se possível produzir informações planimétricas e altimétricas, criando-se plantas cadastrais (que se destinam à representação de áreas), curvas de nível, perfis longitudinais e seções transversais. Superfícies tridimensionais também podem ser criadas para executar cálculos de volume e modelar estruturas, que possibilitam reproduzir fielmente e com precisão o volume das pilhas.

Quanto aos equipamentos utilizados nas medições topográficas em empresas de mineração de ferro, Almeida (2010, *apud* REIS, 2011), cita que a estação total eletrônica é um distanciômetro acoplado a um teodolito eletrônico (instrumento óptico de medida utilizado na topografia), que, por sua vez, é equipado com cartões magnéticos, ou algum outro sistema de armazenamento e transferência de dados, e um microprocessador que monitora de forma automática o estado de operação do instrumento. Um ponto positivo em relação aos cartões de armazenamento é que estes eliminam a necessidade das tradicionais cadernetas de campo. A Figura 23 exemplifica o instrumento.



Figura 23 - Exemplo de Estação Total para medição topográfica

Fonte: Reis (2011)

Ainda conforme Almeida (2009, *apud* REIS, 2011), o *scanner* a laser é um outro tipo de instrumento, que permite identificar a posição espacial de uma grande quantidade de nuvem de pontos, além de ser capaz de medir características superficiais, como a reflectância (proporção entre o fluxo de radiação eletromagnética incidente em uma superfície e o fluxo que é refletido). Com isto, é possível detalhar em três dimensões objetos, superfícies e estruturas.

O referido autor descreve que, de modo a ser realizado o levantamento topográfico utilizando o *scanner* a laser, é importante selecionar o tipo de pilha que será submetido à medição. Tomando por base os elementos a serem apurados, são definidas a quantidade e a posição das tomadas a serem feitas com o *scanner*, de forma a evitar que áreas não cobertas estejam presentes no levantamento. Em seguida, verifica-se a existência dessas áreas através da visualização do desenho em três dimensões. É importante conferir se o mapeamento de todos os pontos propostos foi realizado e repetir os procedimentos de levantamento em campo para eliminar os pontos não mapeados. Uma vez que os problemas com as áreas de sombreamento (não cobertas) estejam solucionadas, o volume existente no pátio poderá ser cubado.

Em entrevista semiestruturada, por e-mail, com o professor Cláudio Lúcio Lopes Pinto, da Universidade de Minas Gerais, orientador da monografia utilizada como exemplo nesta seção, o autor questionou quais eram efetivamente os pontos de semelhança e diferenças entre a aferição de volumes de minérios de ferro dispostos em enormes pátios e de fertilizantes estocados em armazéns relativamente menores. Para o professor Cláudio, as semelhanças físicas entre os produtos, assim como os meios de armazenagem, possibilitam inferir que o método utilizado para medir o volume de pilhas de minério poderia ser utilizado igualmente para estoques de fertilizantes. Questões como a enorme quantidade estocada, dificuldades para aferir grandes volumes, densidade como fator determinante e de difícil estimativa, e também a compactação dos produtos nas pilhas são comuns em ambos os cenários.

Para o Prof. Cláudio, os resultados da utilização de *scanners* são considerados bastante acurados e precisos para medição dos volumes das pilhas de produtos a granel. Todavia, como comercializa-se massa (em toneladas) e não volume (em metros cúbicos), a transformação de volume para massa é que se torna problemática. Segundo o professor, em uma pilha existe variação de material, de compactação e de umidade, que influenciam na determinação da densidade (mesmo caso dos fertilizantes), sendo importante ressaltar que não há, atualmente,

nenhuma maneira prática, de uso corriqueiro, de amostragem de pilhas. As pesquisas procuram, hoje, resolver estas questões: como amostrar uma pilha de maneira simples e como determinar a densidade a partir das variáveis citadas.

Quando questionado se haveria algum impedimento para a realização de medição de volumes através de equipamentos nas plantas da Yara, este avaliou que não. Conforme o professor Cláudio, instrumentos de aferição mais acurada são importantes e estão sendo utilizados regularmente para o levantamento de estruturas de plantas de beneficiamento de minério, e os resultados, em termos de volume, são bastante positivos. Nestes casos, a exatidão dos levantamentos feitos por instrumentos são significativamente maiores que os feitos pelos métodos antigos, como por exemplo, a cubagem.

As semelhanças ficam por conta da similaridade física entre os produtos minério de ferro e fertilizante, enquanto matérias-primas estocadas em pátios e armazéns. Somada a isso, a armazenagem também cumpre papel importante. Importante ressaltar que, no trabalho de conclusão de curso de Especialização em Engenharia de Recursos Minerais, de Fernanda Reis, a autora cita e expõe métodos mais específicos para apurar a densidade das pilhas, como o método do cilindro de amostra e do preenchimento de poço com água ou areia. Entretanto, estas opções não foram consideradas como viáveis para a Yara, pois as técnicas expostas não se acomodariam à realidade da empresa.

O fato a ser mais considerado como de utilidade para a realização do inventário na Yara fica por conta dos equipamentos em uso atualmente pelas empresas de mineração, que renderam bons resultados para estas, pois forneceram apurações dos estoques físicos com maior precisão e segurança de dados. Esta pesquisa e entrevistas revelaram que o uso de equipamentos adequados tende a criar vantagem competitiva.

9. SOLUÇÕES DE MERCADO

Para o presente trabalho foi realizada pesquisa das soluções de mercado, que será apresentada neste capítulo, objetivando encontrar e avaliar as possíveis alternativas para o método considerado antiquado que é utilizado atualmente para medição dos volumes de estoque nas plantas. No capítulo anterior foi visto que existem outras empresas dos mais variados ramos que apresentam problemas semelhantes ao tratarem com estoques de materiais a granel. Todavia, analisando-se o *case* das empresas de mineração, e também os instrumentos e técnicas usadas pela salineira, ficou clara a importância de que a Yara reavalie seu método de aferição de inventário, objetivando atualizar-se com as ferramentas disponíveis no mercado, para obter ganhos em controle dos produtos internados e vantagem competitiva em relação a outras empresas do ramo.

Percebeu-se que há uma vasta gama de companhias que ofertam produtos e serviços semelhantes e que, de certa forma, alguns dos instrumentos oferecidos são de capacidade considerada “superior” ao que a Yara necessitaria, em virtude do seu raio de escaneamento, que encamparia uma área maior do que a dos boxes. Como exemplo disto encontra-se a grande variedade destes produtos, como estações totais e *scanner*. *Softwares* que realizam projeções 3D de volumes também existem no mercado, entretanto notou-se que alguns exigiriam treinamentos ou conhecimentos prévios de arquitetura e topografia que não são o foco dos colaboradores da Yara, sem contar o investimento. Em outras palavras, para alguns casos, constatou-se que não seria viável investir em equipamentos cuja capacidade fosse além da necessária, nem em *softwares* caros e de difícil inserção no ambiente corporativo.

Diante de um cenário com grande quantidade de fornecedores, a seguir, foram elencadas empresas cujas soluções e serviços poderiam ser viáveis para a necessidade da Yara, no momento em que se realizou a pesquisa. A prospecção levou em consideração a reputação das empresas, o tipo de serviço e os equipamentos oferecidos, a facilidade de aplicação e a realização de trabalhos em organizações com produtos armazenados de forma semelhante, isto é, a granel.

9.1 EMBRATOP

Segundo o *site* da empresa, esta atua desde 1999 nos segmentos de locação e comercialização de equipamentos relacionados à geotecnologia. É reconhecida nacionalmente, sendo uma das maiores empresas de locação e venda de equipamentos deste tipo. Já participou de importantes obras no Brasil, como ferrovias, rodovias, portos, aeroportos, usinas hidroelétricas, usina nuclear, polos petroquímicos, além de obras de edificação, agricultura e mineração (Fonte: *site* da empresa).

Em contato com o representante comercial, foi demonstrada a necessidade da Yara de aferir volumes mais precisos de suas pilhas de fertilizantes. Quando questionado sobre a viabilidade de utilizar seus equipamentos de medição topográfica para tal serviço, o representante afirmou que sim, seria possível, e que o equipamento mais indicado seria a Estação Total GeoMax com alcance de até 250 metros em relação ao que se está medindo. O valor destes tipos de equipamentos variava de acordo com seu alcance. Para o caso da estação total com alcance de até 250 metros, o custo seria de R\$ 19.000,00 para compra, e R\$ 70,00 para locação, no período de 1 (um) dia.

Juntamente com o *hardware*, observado na Figura 24, para medição topográfica, sugeriu-se que se adquirisse, também, um *software* para projeção dos volumes em 3D, o TopoGRAPH, da fabricante Charpointer. Este investimento seria em torno R\$ 3.000,00. Este *software* é capaz de armazenar dados levantados em campo, manual ou eletronicamente, processar cálculos topográficos, demonstrar dados calculados graficamente e emitir relatórios dos dados de campo e dos cálculos efetuados. Segundo pesquisa na Internet, este programa já é bastante utilizado, também, em mineradoras, porém seu uso exige conhecimentos de topografia propriamente dita, visto que é bastante complexo para leigos. Este fato, por si só, já dificultaria a sua implementação.



Figura 24 - Estação Total

Fonte: Embratop (2013)

A visualização é como o exemplo da Figura 25:

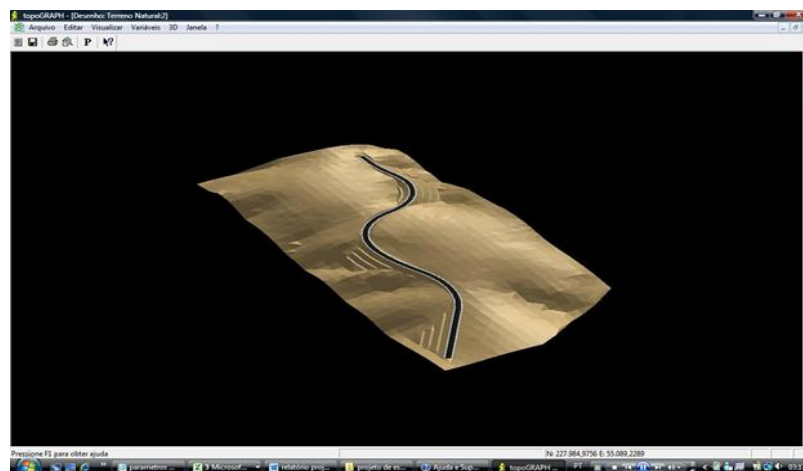


Figura 25 - Demonstração do Software

Fonte: Embratop (2013)

Considerando os custos envolvidos, tomando como exemplo um cenário com 10 unidades (somente Yara, anterior à aquisição da NPK), se cada uma destas possuísse 15 boxes (média de boxes em cada planta), adquirindo-se uma média de dois equipamentos Estação Total, para garantir que não apenas um box seja aferido por vez, o custo relativo a esta aquisição seria na casa dos R\$ 380.000,00, mais custos com *software*. Apesar do investimento

não ser o mais alto dentre as alternativas apresentadas neste trabalho, ambos, *hardware* e *software*, exigem conhecimentos e técnicas que não são dominadas por nenhum funcionário do PCP, o que provavelmente acarretaria em custos de treinamentos. Além disso, um fato que pontua negativamente a aquisição destas soluções é que, conforme informado pelo próprio representante, os equipamentos possuem raio de alcance de, no mínimo, 250 metros, sendo que em momento algum se faria necessária ou possível esta distância entre a máquina e o box a ser aferido, visto que os armazéns são em escala menor. Disto, infere-se que, uma vez que o equipamento com menor alcance, 250 metros, está na faixa de R\$ 19.000,00, quando seriam necessários no máximo 20 metros, é de se considerar que a capacidade do instrumento está além, assim como o custo, e não se encontrou algum com menor alcance. Como solução a ser adquirida a um dado custo, este conjunto da Embratop talvez não compusesse a melhor alternativa para a Yara.

9.2 HOJUARA

A Hojuara tem sede em Macaé, Rio de Janeiro, e presta serviços de documentação tridimensional, fazendo uso de *scanner* a laser para seus levantamentos. Conforme seu *site*:

- Realiza documentação física de plantas industriais;
- Captura e gera nuvem de pontos precisa e representativa da realidade;
- Cria modelos tridimensionais geométricos de plantas industriais, estruturas civis, edifícios, entre outros, com detalhamento dos elementos que o compõe: tubulações, equipamentos, elétrica, estruturas metálicas, com precisão de até 2mm;
- Gera modelos em 3D em formatos PDS, PDMS, Plant Space, AutoPlant (todos formatos que exigem aplicações específicas e complexas para serem rodadas no computador).

No *site*, há um espaço dedicado para exemplificar um *case* realizado em uma empresa mineradora: esta companhia passa por auditorias periódicas que exigem o inventário dos estoques de minério, de forma que utilizam os serviços prestados pela Hojuara. São utilizados equipamentos de alta tecnologia para fazer uma varredura a laser 3D, para, posteriormente, serem gerados relatórios digitais. O tempo de realização do serviço, conforme informado, foi

de quatro dias em campo, e cinco dias para maturação dos resultados em forma de relatório digital.

Em contato com a empresa, foi informado que esta somente presta os serviços, ou seja, não vende as soluções, sejam *hardwares* ou *softwares*. Foi revelado, ainda, que este serviço poderia ser feito em períodos determinados pela contratante, em intervalos semanais, mensais, trimestrais, semestrais e assim por diante. A Hojuara já efetua o serviço de inventário em unidades da Vale Fertilizantes, como em Uberaba, em Minas Gerais, e em São Luís, no Maranhão. Conforme informado pelo representante, na primeira unidade, a inspeção dos estoques é feita mensalmente, enquanto na segunda este procedimento é realizado a cada trimestre. Por conseguinte, a Yara necessitaria contratar esta prestadora periodicamente, o que possivelmente elevaria os custos, além de diminuir a eficiência e autonomia do processo de inventário.

Periodicamente, a organização necessita fazer levantamentos topográficos 3D para a elaboração de inventário físico do volume das suas pilhas de minério, utilizando-se do serviço da Hojuara para tal. O procedimento consiste em um *laser scanner* móvel, o qual é instalado em um veículo, uma *pick-up*. Seguindo todas as normas de segurança para o tráfego de veículos, o automóvel é conduzido pela área, enquanto técnicos em seu interior, fazendo uso de equipamentos apropriados para o levantamento topográfico das pilhas, registram as cenas. Em locais onde não é possível o acesso do veículo, o registro é feito com funcionários da Hojuara que percorrem o trecho a pé. As nuvens de pontos registradas, segundo informações do representante, foram com espaçamento inferior a 20 centímetros, além da coleta de milhares de pontos, em torno de 120.000 por segundo, o que garante uma boa precisão na medição dos estoques de matérias-primas. As informações são do portfólio da Hojuara, enviado pelo representante.

Pelo fato de apenas prestar o serviço, o processo de inventário da Yara ficaria condicionado à precisão e à competência da empresa, além de sua agilidade na entrega dos resultados, o que poderia ter um lado positivo e um negativo. A precificação do serviço é em função da área a ser inventariada por escaneamento e, como consequência, do tempo que é dispendido. Ao representante, foram enviadas plantas baixas com as informações visuais e medidas da estrutura interna do armazém com seus respectivos boxes. A partir destes dados, foi realizado um orçamento inicial, considerando apenas uma planta, cujo valor de serviço para uma medição ficou em torno de R\$ 30.000,00. A extensão total da unidade era de 91

metros por 45,55 metros. Considerando as demais unidades, cujas áreas variam, para mais ou para menos, e com a necessidade de inventariar o estoque de matérias-primas uma vez a cada mês, o investimento neste serviço da Hojuara se tornaria alto e talvez inviável. No caso da Vale Fertilizantes, apenas duas das suas unidades são inventariadas pela Hojuara e, pelas premissas da Yara, todas as plantas devem seguir a mesma linha para medição de volumes, ou seja, não haveria possibilidade de apenas um pequeno número de unidades contratarem este serviço, de modo a minimizar os custos envolvidos com a contratação da empresa todos os meses.

9.3 MOGAI

Através de rápida visualização em seu *site*, foi possível verificar que a empresa possui certificações, como a do PRODFOR – Programa Integrado de Desenvolvimento e Qualificação de Fornecedores e a do SGQTec – Sistema de Gestão da Qualidade das Empresas de Tecnologia da Informação. Sediada em Serra, no estado do Espírito Santo, mesmo local onde a Yara possui uma unidade misturadora, a empresa já participou de projetos como a construção do Carro sem Motorista, o qual ganhou projeção nacional. Possui, também, especialização de serviços em automação, logística, *softwares* e visão artificial, sendo toda a produção e desenvolvimento próprios, o que qualifica ainda mais a empresa.

Um fato muito importante é que, conforme o *site*, esta empresa já presta serviços de medições de volume, com software específico, o Photopography, para materiais como areia, brita, sucata, minério e pó de minério. Através deste, é feita a reprodução digital em 3D das pilhas, através de duas câmeras digitais, de forma rápida e precisa. Pode ser utilizado em pilhas de qualquer tamanho e empilhadas em qualquer local, sendo a qualidade a mesma dos *scanners* a laser, porém com custo mais em conta e sem riscos à saúde humana.

As possibilidades, segundo o *site*, são as seguintes:

- Medir à distância, via internet, em tempo real;
- Medir o volume de pilhas sem parar os processos;
- Reduzir o custo com mão de obra e infraestrutura;
- Obter volumes com precisão e agilidade;

- Realizar auditorias nas medições, a partir das imagens armazenadas;
- Realizar projeções de volumes da pilha.

O representante informou que os valores de cada par de câmera giravam em torno de R\$ 10.000,00, e que seriam necessárias no mínimo duas (o par) para cada box de unidade fabril, caso fossem fixadas às paredes. As câmeras permitiriam reproduzir e conferir em tempo real o volume dos produtos armazenados. Vinculada a este *hardware*, está o *software* Photopography, já citado anteriormente, que projeta as medições volumétricas, como mostrado na Figura 26. O investimento necessário para a obtenção da licença de uso do *software* seria entre R\$ 50.000,00 a R\$ 100.000,00.

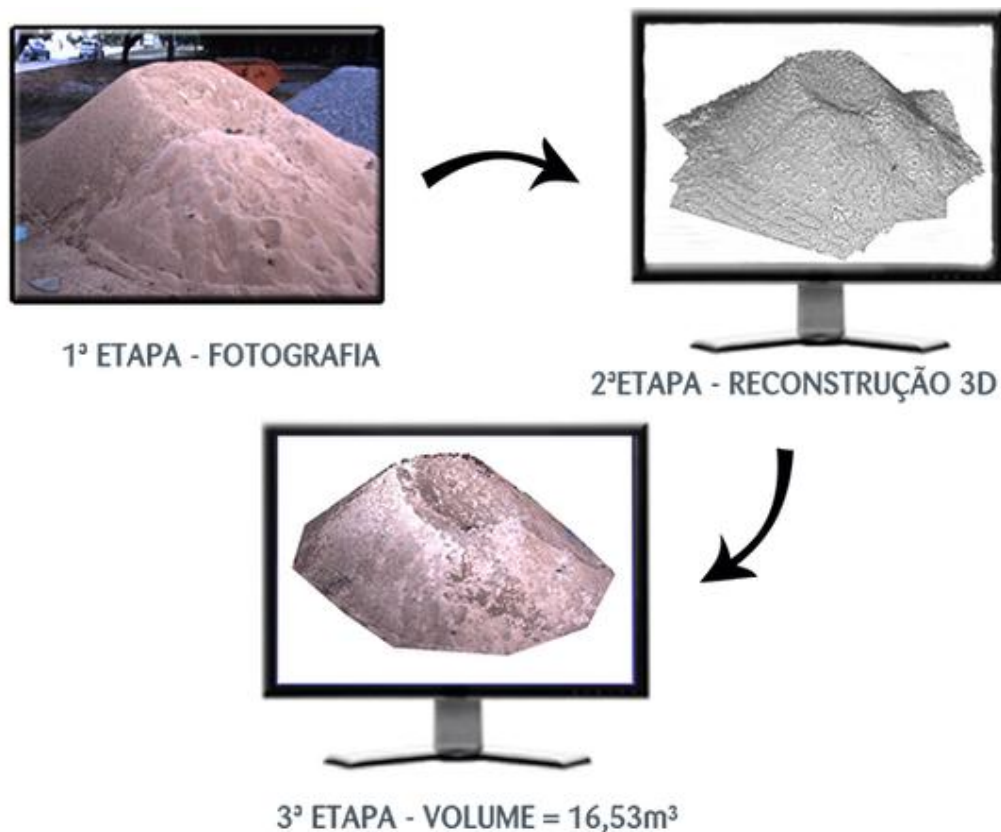


Figura 26 - *Software* Photopography

Fonte: Mogai (2013)

Além de já prestar serviços e vender soluções a empresas com produtos de armazenagem semelhante, os clientes em sua lista são significativos:

- Floresta, Celulose e Papel: Votorantim, Suzano, entre outras;
- Petróleo e Energia: Petrobras;
- Logística: Vale, Antaq, entre outras;

- Siderurgia: ArcelorMittal, ThyssenKrup;
- Agronegócios: Citrovita (grupo Votorantim).

Possui, ainda, como parceiros institucionais, a FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos, e o CNPq, Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Uma grande vantagem observada pelo autor, e levada em conta, também, pela gerente de Operações, senhora Claudete Kowalski, é, além dos quesitos rapidez e precisão, o da segurança. Uma vez que as câmeras fossem instaladas, não seria mais necessário subir nas pilhas.

Outra questão muito importante é o fato de que este equipamento pode ser integrado ao ERP, o SAP, no caso da Yara. Este fator é essencial para a obtenção de resultados mais ágeis, eficazes e precisos. Seria necessário, no entanto, o envolvimento significativo da equipe interna de Tecnologia da Informação no projeto.

Até o presente momento, a Mogai representou a melhor opção no caminho de solucionar o problema de controle de estoques da Yara.

10. ANÁLISE COMPARATIVA

Este capítulo trata da análise pós-pesquisa das soluções de mercado e do estudo de casos de empresas com produtos de armazenagem afim. De forma sintética, foram expostos os seguintes pontos:

- a) empresa de fertilizantes com método de avaliação de inventário por cubagem (NPK);
- b) empresas com dificuldades semelhantes – alimentação animal;
- c) método e serviço prestado por auditoria externa;
- d) situação semelhante e uso de equipamentos de medição topográfica por empresas salineira e mineradoras;
- e) empresa fornecedora de serviços e soluções para medições topográficas para diversos fins – Embratop;
- f) empresa prestadora de serviços de documentação tridimensional e aferição de volumes a granel – Hojuara;
- g) empresa fornecedora de serviços e soluções especializadas em produtos de armazenagem a granel, com portfólio de *hardware* e *software* próprio – Mogai.

Para a análise comparativa, foi feita a divisão das alternativas em dois blocos distintos: 1) empresas de fertilizantes, de alimentação animal, de sal marinho e mineradora; e 2) auditoria externa, Embratop, Hojuara e Mogai, representando as alternativas de mercado. Considerou-se esta divisão pelo fato de que as empresas do Bloco 1 foram estudadas com o intuito de captar informações acerca das semelhanças, dificuldades e técnicas, uma vez que os métodos serviram, principalmente, como base para potenciais mudanças que poderiam vir a ser incorporadas ou, talvez, adquiridas das empresas de produtos e serviços apresentadas no Bloco 2. Por outro lado, as empresas do Bloco 2, por serem fornecedoras de soluções (serviços ou produtos), exigem a consideração de uma série de quesitos para análise, que são demonstrados neste capítulo. A análise comparativa do Bloco 1 foi realizada somente pelo autor, através de entrevistas e observações em campo. A análise das alternativas do Bloco 2, por sua vez, foi amparada por um comitê de especialistas, composto pelo autor do trabalho e mais dois colegas da Yara Brasil Fertilizantes, a gerente de Operações, senhora Kowalski, e o analista de Operações, senhor Tobias, todos com experiência notável na área de fertilizantes.

No Bloco 1, pôde-se inferir, pelo estudo das organizações de fertilizante e alimentação animal, que estas empresas não revelaram técnicas eficazes, relevantes, seguras e indicadoras de vantagem competitiva, que fossem passíveis de ser apropriadas pela Yara. Por outro lado, o estudo do caso das empresas salineira e mineradoras abriu margem para a percepção de que métodos mais modernos e precisos de gestão de estoques de matérias-primas sólidas a granel existem e são necessários. Ganhos em segurança, na medida em que possibilitaria ao funcionário de PCP que subisse menos vezes nas pilhas, ou não subisse, pelo fato da medição ser feita por equipamento adequado, é um fator muito importante a ser considerado, ainda mais tendo em mente as premissas da Yara quanto a este quesito. A análise do Bloco 1 aponta claramente a necessidade de estudar-se outros métodos de medição de volumes, assim como suas respectivas alternativas existentes no mercado.

A análise comparativa do Bloco 2 considerou os quesitos expostos no Quadro 5, subdivididos nas respectivas características e aspectos.

Quadro 5 - Descrição dos quesitos de Análise do Bloco 2

Quesito Segurança		
Característica	Aspecto	Descrição
Adequação às normas	O método possibilita subir minimamente, ou não subir nas pilhas	Se escolhido, o método gera ganhos em segurança, à medida que possibilita aos funcionários que não subam nas pilhas, ou subam o mínimo
Quesito Funcionalidade do método		
Característica	Aspecto	Descrição
Implantação	Necessidade de interromper algum processo para instalação	Se escolhido, o método necessitaria interromper algum processo fabril ou de movimentação de mercadorias para ser instalado
	Facilidade de implantação do método	Se escolhido, o método não seria de difícil implantação nas unidades
	Interferência mínima na estrutura da planta	Se escolhido, o método não apresentaria grandes pontos de interferência na estrutura física da planta
Desempenho ou usabilidade	Autonomia proporcionada pelo método	O método proporcionaria autonomia de medição de volumes, ou seja, a realização do inventário físico seria controlada pela Yara
	Facilidade de uso e manipulação	O método dispõe de equipamentos e/ou soluções adequadas à realidade dos funcionários de PCP, que são de fácil usabilidade
	Disponibilidade do equipamento	Caso escolhido, o método garantiria que o equipamento de medição dos volumes ficaria o maior tempo possível disponível para o PCP
	Eficiência das medições	O método proporciona rapidez aliada à facilidade nas medições volumétricas das pilhas
Quesito Tecnologia ou Análise dos Resultados		
Característica	Aspecto	Descrição
Hardware	Necessidade de mínima configuração pré-uso	O equipamento ligado ao método necessita de pouca ou nenhuma configuração antes de ser utilizado, seja por parte dos funcionários, como por parte da empresa fornecedora
	Adequado à necessidade da empresa	O equipamento é adequado à necessidade da Yara, seja em função de sua capacidade de medição, raio de escaneamento, porte físico
Software	Necessidade de treinamento para uso	O <i>software</i> oferecido não é prático para uso por parte do PCP, ou seja, exige treinamentos específicos para que sejam desenvolvidas capacidades nos funcionários que o utilizarão
	Rapidez na geração dos resultados	O método dispõe de <i>software</i> que é eficiente na geração e disponibilização dos resultados, para análise e conciliação dos estoques
	Possibilidade de acesso instantâneo ao volume	O método, juntamente com o <i>software</i> disponibilizado, permite que os dados de volume das pilhas sejam acessados a qualquer tempo, e de forma acurada
	Integração ao SAP	O método permite que <i>software</i> , assim como <i>hardware</i> , sejam integrados ao ERP, o SAP, no caso da Yara, para maior facilidade na gestão dos estoques
Quesito Ganhos adquiridos se escolhido		
Característica	Aspecto	Descrição
Vantagem competitiva	O método gera eficiência: agilidade nas medições e na geração dos resultados	Caso escolhido, o método geraria vantagem competitiva na medida em que seria mais eficiente do que o método atual (cubagem)
	O método possibilita maior acurácia	Caso escolhido, o método geraria vantagem competitiva, na medida em que possibilitaria maior precisão na medição dos volumes, comparado à técnica de cubagem
	O método não é utilizado em larga escala por outras empresas de fertilizantes	Caso escolhido, o método geraria vantagem competitiva em comparação a outras empresas de fertilizantes que não utilizam métodos semelhantes

Fonte: o autor (2013)

Pôde-se notar, no decorrer do presente trabalho, que os serviços da auditoria externa, empresa exposta no Capítulo 8.4, uma vez contratados, esbarrariam nos mesmos entraves presentes no método de cubagem existente na Yara atualmente. A demora na aferição dos volumes, aferidos por equipamentos semelhantes, assim como a dificuldade para captação de todos os pontos da pilha, e, não menos importante, a necessidade dos funcionários de subirem nas pilhas, gerando insegurança para os mesmos, são os principais aspectos negativos da contratação deste serviço. A falta de autonomia, aliada ao alto custo de ter-se de contratar mensalmente a empresa, foram levados em conta para a análise.

Já foi explicitado, no início do capítulo, que existem no mercado diversas opções de empresas que fornecem as soluções em equipamentos para medição topográfica. A Embratop, assim como outras não citadas no trabalho, estão aptas a venderem suas soluções em *hardware* e *software*, e estas empresas possuem um portfólio de produtos semelhantes. O que ficou claro para o autor é que, não obstante a qualidade dos serviços e produtos e a utilização destes em outras empresas que necessitam gerenciar volumes de estoques a granel com maior precisão, os equipamentos apresentam custo elevado, pouca praticidade, além de exigir conhecimentos que não são os das atividades fins dos funcionários da Yara, o que exigiria treinamentos.

O serviço disponibilizado pela Hojuara em seu portfólio mostrou-se interessante, à medida que já é utilizado por outra grande empresa de fertilizantes, a Vale. Todavia, o método utilizado, caso contratado pela Yara, não garantiria autonomia nem rapidez nos resultados, visto que a divulgação destes dependeria de prazo condicionado pela Hojuara. Além disso, a possibilidade de ser ter um veículo locomovendo-se no interior da unidade não foi considerado como um ponto positivo, apesar de a empresa alegar que a medição das pilhas em cada box pudesse ser realizada por pessoal próprio a pé. Ainda, o valor da aquisição mensal deste serviço, condicionado à área da planta, tornar-se-ia muito elevado, mesmo para os parâmetros da Yara.

A Mogai apresentou-se como a solução mais adaptável à necessidade, uma vez que apresentou em seu portfólio a possibilidade de instalar câmeras digitais em pontos específicos de cada box, que fotografariam a matéria-prima sob ângulos variados e a reprodução digital do volume das pilhas seria transportada para o *software* próprio, que permitiria a conferência dos volumes (para posterior conversão em toneladas) a qualquer tempo, acessível em todo e qualquer ambiente de trabalho em que o *software* estivesse disponível, após adquirida a

licença de uso. Em termos de custos de aquisição, considerando-se que a empresa vende *hardware* e *software*, este investimento seria necessário apenas uma vez, salvo futuros gastos com manutenções ou atualizações. A escolha deste fornecedor, também, geraria ganhos em autonomia do processo de inventário, aliado à eficiência e praticidade na medição e tratamento dos resultados, visto que os equipamentos estariam disponíveis durante 24 horas por dia, e sete dias por semana. Este fato, aliado à margem de erro de 3% estimada pela empresa, e à possibilidade de integração com o SAP, foi considerado de suma importância para uma potencial contratação e compra das soluções deste fornecedor.

O Quadro 6 expõe os fornecedores e suas respectivas letras, bem como as pontuações e seus níveis para análise. Cada fornecedor corresponde a uma letra, na ordem que segue: A) auditoria externa; B) Embratop; C) Hojuara; D) Mogai.

Quadro 6 - Relação de fornecedores e pontuações

Fornecedores	
A	Auditoria Externa
B	Embratop
C	Hojuara
D	Mogai

Pont.	Nível
0	Não atende em grau crítico
1	Não atende em grau aceitável
2	Atende parcialmente
3	Atende
4	Atende plenamente

Fonte: o autor (2013)

Esclarecidos os pontos principais sobre cada fornecedor, pôde-se seguir com a análise, via quadro comparativo, em que os cálculos foram realizados (Quadro 7).

Quadro 7 - Análise dos resultados

						Fornecedores							
						A	B	C	D	Média Ponderada			
Quesito Segurança													
Características	Aspectos	Grau de Importância			Pontuação								
Adequação às normas	O método possibilita subir minimamente, ou não subir nas pilhas	20%	20%	20%	1	2	4	4	0,20	0,40	0,80	0,80	
SOMA DA MÉDIA PONDERADA					0,20	0,40	0,80	0,80	0,20	0,40	0,80	0,80	
Quesito Funcionalidade do método													
Características	Aspectos	Grau de Importância			Pontuação								
Implantação	Necessidade de interromper algum processo para instalação	5%	3%	35%	4	4	4	3	0,12	0,12	0,12	0,09	
	Facilidade de implantação do método		1%		2	2	3	4	0,02	0,02	0,03	0,04	
	Interferência mínima na estrutura da planta		1%		3	3	3	3	0,03	0,03	0,03	0,03	
Desempenho ou usabilidade	Autonomia proporcionada pelo método	30%	9%	35%	1	3	1	4	0,09	0,27	0,09	0,36	
	Facilidade de uso e manipulação		7%		4	0	3	4	0,28	0,00	0,21	0,28	
	Disponibilidade do equipamento		9%		0	4	1	4	0,00	0,36	0,09	0,36	
	Eficiência das medições		5%		1	2	3	4	0,05	0,10	0,15	0,20	
SOMA DA MÉDIA PONDERADA					0,59	0,9	0,72	1,36	0,59	0,90	0,72	1,36	
Quesito Tecnologia ou Análise dos Resultados													
Características	Aspectos	Grau de Importância			Pontuação								
Hardware	Necessidade de mínima configuração pré-uso	4%	2%	35%	3	2	3	4	0,06	0,04	0,06	0,08	
	Adequado à necessidade da empresa		2%		4	1	3	4	0,08	0,02	0,06	0,08	
Software	Necessidade de treinamento para uso	31%	8%	35%	4	0	4	4	0,32	0,00	0,32	0,32	
	Rapidez na geração dos resultados		10%		0	2	1	4	0,00	0,20	0,10	0,40	
	Possibilidade de acesso instantâneo ao volume		8%		0	0	0	4	0,00	0,00	0,00	0,32	
	Integração ao SAP		5%		0	0	0	4	0,00	0,00	0,00	0,20	
SOMA DA MÉDIA PONDERADA					0,46	0,26	0,54	1,4	0,46	0,26	0,54	1,40	
Quesito Ganhos adquiridos se escolhido													
Características	Aspectos	Grau de Importância			Pontuação								
Vantagem competitiva	O método gera eficiência: agilidade nas medições e na geração dos resultados	10%	3%	10%	0	2	1	4	0,00	0,06	0,03	0,12	
	O método possibilita maior acurácia		5%		2	3	3	3	0,10	0,15	0,15	0,15	
	O método não é utilizado em larga escala por outras empresas de fertilizantes		2%		1	3	2	3	0,02	0,06	0,04	0,06	
SOMA DA MÉDIA PONDERADA					0,12	0,27	0,22	0,33	0,12	0,27	0,22	0,33	
MÉDIA FINAL					100%	1,37	1,83	2,28	3,89	1,37	1,83	2,28	3,89

Fonte: o autor (2013)

A análise dos quesitos expostos no Quadro 7 foi composta por pontuações atribuídas a cada aspecto dentro do grupo de características, levando em conta, ainda, o grau de importância de cada conjunto. Para cada aspecto, foi calculada a média ponderada das notas pelos seus graus de importância. Ao final, foram somadas as médias ponderadas de cada fornecedor, considerando o maior valor como a opção mais adequada às necessidades da Yara. O procedimento de cálculo foi adaptado de Souza e Saccol (2006).

Pelo exposto no Quadro 7, a Mogai representou a melhor alternativa para a problemática da Yara, com 3,89 pontos, quando considerados os aspectos tidos como importantes para a empresa. Em termos de custos, se considerássemos que, após verificações e decisões da área de Operações, juntamente com os representantes da Mogai, a necessidade apontasse que fossem instaladas duas câmeras em cada box, para cada unidade, de modo que nenhum box sequer ficasse sem câmeras, a estimativa de investimento seria de R\$ 10.000,00 para cada par de câmera, mais a instalação e licença de uso do *software*, em torno de R\$ 100.000,00. O entendimento da área de Operações, juntamente com o representante da Mogai foi de que o ideal seria instalar câmeras em todos os boxes de todas as unidades que armazenam matérias-primas. O investimento total está representado no Quadro 8.

Quadro 8 - Descrição de investimento

Tipo	Produto	Custo Unitário	Qtd média de boxes por unidade	Nº de unidades	Custo Total
<i>Hardware</i>	Câmera Digital (o par)	R\$ 10.000,00	15	9	R\$ 1.350.000,00
Tipo	Produto	Custo Unitário	Quantidade	Nº de unidades	Custo Total
<i>Software</i>	Photopography	R\$ 100.000,00	1 (uma licença de uso)	9 + Escritório Central	R\$ 100.000,00

Fonte: o autor (2013)

Juntamente com estes custos, é necessário considerar, também, os investimentos em manutenção do *hardware* e *software*, pois as câmeras deverão ser repostas ou ajustadas de tempos em tempos, assim como o Photopography, que deve receber atualizações. Estes custos não foram estimados com precisão pelo representante. O investimento, em um primeiro momento, poderia ser avaliado como alto, todavia alguns aspectos não de ser considerados:

1. Ao contrário da opção de contratar uma prestadora de serviços para realização do inventário em período pré-determinado, estes custos seriam dispendidos apenas uma vez, salvo em ocasiões de manutenções preventivas nos equipamentos.;
2. As câmeras poderiam ser utilizadas a qualquer momento, por estarem fixadas nas paredes, resultando em mais facilidade para a conferência de volumes ou, mais especificamente, da massa, em toneladas, que é a unidade de medida comercializada;
3. A possibilidade de se acessar os dados reais de estoque, por meio das fotografias e reproduções digitais do Photopography, torna o processo de gestão de inventário muito mais profissional;
4. As câmeras garantiriam maior precisão e autonomia sobre as matérias-primas;
5. Integrar o ERP ao *software* licenciado pela Mogai proporcionaria uma eficiência única para uma indústria de fertilizantes, principalmente no Brasil. As possibilidades e especificações ficariam a critério da área de Operações, juntamente com a equipe de TI da Yara. Como sugestão do autor, o projeto poderia contar com a opção de viabilizar alguma transação, via SAP, que servisse para atualizar as densidades de cada box, para cada matéria-prima, de acordo com os números obtidos na última análise dos laboratórios;
6. Estabelecendo a conexão entre os volumes de cada produto e suas respectivas densidades, seria facilmente obtida a massa, em toneladas, ou seja, automatizando o processo de aferição volumétrica, o PCP de cada unidade apropriaria a função de manter atualizados os valores das densidades.

Com a empresa, foi estabelecido contato para realizar testes na unidade de Serra (VIX), no Espírito Santo. O representante revelou a necessidade de se realizar visita à unidade para que fossem feitos ajustes e verificações de iluminação prévias aos testes efetivos de volumes. Desse modo, a referida visita inicial ocorreu em novembro e, por determinação do gerente da planta, senhor Pierre Johnston, a equipe da Mogai aproveitou a oportunidade para testar suas câmeras e as respectivas posições em que estas possivelmente ficariam instaladas, caso adquiridas as soluções. Um box de uma determinada matéria-prima foi escolhido para o teste, que contou com apenas uma câmera, que não foi fixada nas paredes dos boxes (o que só ocorreria quando contratada a empresa para tal). A parte frontal foi fotografada por funcionário da Mogai, assim como a parte traseira da pilha. Importante ressaltar que, caso aprovado o método, as câmeras seriam fixadas em pontos específicos dos boxes, tanto na

parte frontal como na de trás, de modo que elas estivessem disponíveis sempre. A Figura 27 ilustra a versão digital do volume do box, capturada por fotografia durante o teste preliminar.

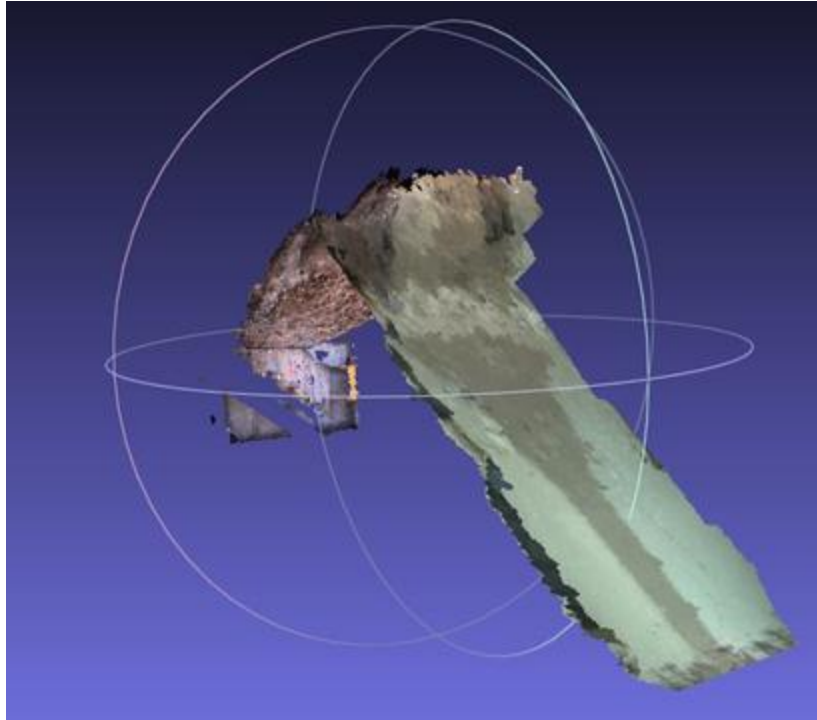


Figura 27 - Reprodução volumétrica digital preliminar

Fonte: Mogai (2013)

As reproduções e resultados dos testes foram enviados em dois dias corridos. Ressalta-se, mais uma vez, que, uma vez instaladas as câmeras e o *software*, todos os dados para análise de volume estariam disponíveis a qualquer momento. O volume encontrado neste primeiro teste foi multiplicado pela última densidade atualizada do produto em questão, para se obter a quantidade, em toneladas. Posteriormente, foi extraído do SAP a quantidade contábil, também em toneladas, registrada no dia do teste para a matéria-prima no box. Conforme informações do senhor Pierre, a diferença ficou na casa dos 10%, na casa de 25 toneladas. Para o gerente, esta diferença não é significativa, já que o box não apresentava condições ideais, visto que o produto estava coberto por uma lona, desde a borda até o cume, para proteger da água da chuva, tendo em vista que a parede traseira era irregular e apresentava furos.

Avaliado pelo comitê de especialistas, o teste foi considerado inicialmente como bom. Outra visita foi agendada para dezembro de 2013 e, após a realização desta, os resultados demonstraram que a diferença entre a medição volumétrica realizada em três boxes pela Mogai foi quase idêntica ao que havia no saldo contábil e ao resultado da medição por cubagem, realizada pela equipe de PCP. Nesta ocasião, o inventário foi realizado pela equipe de PCP da unidade, por meio do método de cubagem, ao passo que a Mogai utilizou seus equipamentos, já previamente calibrados. Espera-se, por parte do comitê, que os resultados de testes futuros apresentem diferenças inferiores a 3%.

Desta forma, conclui-se que, dentre as opções avaliadas, analisando-se os critérios e aspectos propostos, a solução que foi considerada como a mais viável para implementação nas unidades foi a da Mogai, ainda que, ao final dos testes, a empresa possa vir a não ser contratada pela Yara.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, o autor se propôs a estudar as técnicas de medição de volumes de matérias-primas estocadas em armazéns, tendo como foco os fertilizantes, como forma de explorar mais a fundo este tema. Por meio de contato com colaboradores de empresas dos mais variados segmentos, como fertilizantes, ração animal, sal marinho e mineração, pôde-se realizar pesquisas que serviram de fundamento para a análise das potenciais alternativas ao método utilizado atualmente pela Yara para aferir volumes. Contudo, esta tarefa revelou-se bastante complicada.

De início, foi cogitado somente aprofundar-se em pesquisas de campo nas empresas aqui discriminadas e, a partir deste estudo, apropriar-se de técnicas que fossem consideradas mais eficientes e precisas para apuração de volumes de graneis. Identificou-se, no entanto, que o tema em questão era ainda pouco explorado, ou que a ele não era dada considerável importância pelas empresas, indicando que a gestão de estoques era, talvez, ineficiente, visto que os erros de medições eram deixados de lado.

Foi constatado, da mesma forma, que existem empresas de outros segmentos que apresentam problemas semelhantes ao lidarem com a gestão de estoque de materiais a granel, como o de areia, sal, mineração, ração e grãos e, após prospecção de alternativas e de empresas que oferecessem soluções eficientes para a situação em estudo, foi possível inferir que existe uma série de equipamentos, já utilizados em outros ramos, principalmente o da mineração de ferro e da construção civil, que são capazes de realizar medições topográficas com maior precisão.

Do mesmo modo, chegou-se à conclusão de que os equipamentos mais modernos presentes no mercado que poderiam, por ventura, ser adotados pela Yara para avaliar seus estoques, como as estações totais, teodolitos e *scanners* a laser, entre outros, foram considerados como dispendiosos de capacidade superior à necessidade da empresa, sendo mais utilizados em construção civil e áreas maiores, como a dos pátios de mineradoras e salineiras.

Após o *benchmarking* e a análise comparativa descritos nos capítulos anteriores, que discorreram sobre as necessidades e alternativas para melhoria nos processos de inventário, inferiu-se que o ponto crucial é que, independentemente da solução escolhida e de seus consequentes métodos e custos relacionados, à gestão de estoques de matérias-primas na Yara

é cabível um maior controle e práticas mais precisas e eficientes – modernas ou não –, para que sejam evitados erros de contagem física e conciliações errôneas ou tardias.

Uma das ideias iniciais do autor era testar a maioria possível de métodos, permitindo que houvesse um comparativo mais apurado das alternativas. Todavia, somente a Mogai permitiu uma abertura maior e disponibilidade para a realização de testes. Do mesmo modo, era esperado que se visitasse alguma das unidades da empresa de alimentação animal, porém isto não foi possível, em virtude da agenda do representante desta organização.

Mesmo que os resultados apresentados nos testes com a Mogai, como exemplo, venham a ser considerados insatisfatórios, o ponto que se destaca é a necessidade de reavaliação do método. Ainda, é importante ressaltar que a escolha da Mogai como a “melhor” empresa não limita a pesquisa a só esta alternativa, mas serve principalmente como reforço da ideia de que um maior controle sobre seu estoque é fundamental para a Yara, como empresa de grande porte que é.

O fato de a Yara possuir, hoje, uma tolerância a erros de medição via cubagem, que, na opinião do autor, é grande (afinal, 5% sobre um estoque em torno de R\$ 500.000.000,00 são R\$ 25.000.000,00, o que é relevante) faz com que muitas vezes se deixe o estoque sub ou sobre valorizado. Uma melhor precisão traria os seguintes benefícios, entre outros:

- Ter um maior controle do estoque;
- Deixar o inventário contábil mais acurado na comparação com o estoque físico;
- Risco menor de faltar material para a produção, pela maior acurácia;
- Ter menos impacto no resultado por ajustes de inventário.

O presente trabalho apresenta, igualmente, alto grau de importância, pois permite um estudo relevante para o negócio da organização estudada, assim como possibilita ao autor a aquisição de conhecimentos que se estenderão pelo restante da vida profissional e pessoal.

Para a empresa foco deste estudo, o mesmo foi importante como critério inicial para a reavaliação do método de medição de volumes, inserido no processo de inventário. Todos os colaboradores da Yara que foram entrevistados, assim como aqueles que avaliaram os resultados (o comitê de especialistas), demonstraram bastante aceitação para com a proposta.

Tendo em vista que é um tema pouco explorado, houve algumas limitações no que tange à pesquisa do referencial teórico – sendo este bastante limitado e mais voltado às

empresas de minérios –, bem como às entrevistas e à coleta de dados com profissionais de outras empresas, seja em virtude da falta de tempo disponível destes, como da falta de conhecimentos sobre o assunto. Como contribuição acadêmica, a importância deste trabalho reside no fato de ser um dos poucos a abordar o referido assunto, de acordo com pesquisas do autor. Trabalhos futuros acerca do tema gestão de inventário em empresas destes segmentos poderão ser feitos a partir deste trabalho de conclusão de curso.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, Antônio Carlos; NOVAES, Antônio Galvão. **Logística Aplicada: suprimentos e distribuição física**. São Paulo: 3 ed., Ed. Blucher, 2000.
- ANDA: Associação Nacional para Difusão de Adubos. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00>> Acesso em 21/06/2013.
- ANDA: Associação Nacional para Difusão de Adubos. Disponível em: <http://www.anda.org.br/multimedia/fertilizantes_meio_ambiente.pdf> Acesso em 13/10/2013.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. Porto Alegre: 5 ed., Ed. Bookman, 2006.
- BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J.; COOPER, M.B. **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2006.
- DORNIER, Philippe-Pierre; ERNST, Ricardo; FENDER, Michel; KOUVELIS, Panos. **Logística e Operações Globais**. Ed. Atlas, 2000. 721p.
- EMBRATOP: Embratop Equipamentos Topográficos. Disponível em: <<http://www.embratop.com.br/empresa.jsp>> Acesso em 22/10/2013.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009.
- JAKITAS, Renato. **Brasil precisa triplicar investimentos para melhorar logística**. Revista Veja. Disponível em <<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/brasil-precisa-triplicar-investimentos-para-melhorar-logistica>> acesso em 22/09/2013.
- JANISSEK-MUNIZ, Raquel. **Gestão de Operações Logísticas: Notas de aula**. UFRGS. 2012.
- POZO, Hamilton. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**. São Paulo: Atlas. 2010.
- REIS, Fernanda Soares. **Propostas Metodológicas para Quantificação Mássica de Pilhas de Minério de Ferro**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2011.
- SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: 23. ed., Cortez. 2007.
- SOUZA, C. A.; SACCOL, A. Z. **Sistemas ERP no Brasil (Enterprise Resource Planning): teorias e casos**. São Paulo: 2006.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Gerenciamento de Operações e de Processos**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- VIANA, João José. **Administração de materiais: um enfoque prático**. São Paulo: Atlas. 2009.

YARA. Disponível em <<http://www.yarabrasil.com.br/about/index.aspx>> Acesso em 23/08/2013.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: 3. ed. Bookman, 2005.

APÊNDICE - Entrevista Semiestruturada

- 1) **“Fluxo do processo atualmente para o PCP:** descrever o processo do inventário atualmente. Qual dia, quantas vezes, quais boxes são selecionados para verificação. O que deve ser feito na fábrica antes do inventário (limpeza, etc). Todos os procedimentos padrões.

- 2) **Sobre a movimentação de matérias-primas na unidade:**
 - a) Quais as possíveis movimentações? (Caminhão – esteira – box; movimentação interna – pá carregadeira, etc).
 - b) A unidade possui terminal de descarga próprio (chatas, por exemplo)? Como é feita a carga/descarga de matérias-primas?
 - c) Existe algum sistema de pesagem (balança) nas esteiras que descarregam nos boxes? Em que parte do processo e como é medido o peso da MP que entra na unidade e nos boxes?
 - d) Em qual parte do processo há mais quebra?

- 3) **Sobre a cubagem:**
 - a) Quantos boxes (MP, produto acabado, sacaria, varredura) existem na unidade?
 - b) Capacidade de armazenagem estática (por box e total);
 - c) Como é feita (fisicamente). Quais instrumentos?
 - d) Quantos pontos de medida são considerados no box?
 - e) Os boxes possuem marcações de altura x largura x profundidade para facilitar?
 - f) A planilha (das formas geométricas) é realmente utilizada?
 - g) É sempre realizada da mesma forma? Ou seja, existe um padrão?
 - h) Qual o tempo despendido, em geral, para cada cubagem? Varia de acordo com o tamanho do box?
 - i) Existe algum gargalo no processo? A tolerância de 5% é aceitável?
 - j) Existiria algum outro método para realizar a cubagem que garantiria mais acurácia na medição?
 - k) Há algum ponto do processo que, a seu ver, poderia ser melhorado?
 - l) Comentários e sugestões sobre o que está errado e o que poderia melhorar.